

Samuli Markkanen

LÄHESTYMISS- JA VÄLTÄMISMOTIVAATIO AUTISMIKIRJON HÄIRIÖSSÄ

Yhteiskuntatieteiden tiedekunta
Pro Gradu -tutkielma
Toukokuu 2019

TIIVISTELMÄ

Samuli Markkanen: Lähestymis- ja välttämismotivaatio autismikirjon häiriössä
Pro Gradu -tutkielma
Tampereen yliopisto
Psykologia
Toukokuu 2019

Autismikirjon häiriölle tunnusomaista ovat vaikeudet vuorovaikutustilanteissa ja kommunikaatiossa sekä toistuvat kaavamaiset liikkeet. Näiden lisäksi yksi tyypillisimmistä ensimmäisistä oireista, joihin autististen lasten vanhemmat kiinnittävät huomionsa on poikkeava katsekäyttäytyminen, ja etenkin katsekontaktin välttäminen. Tutkimuksen perusteella on kuitenkin epäselvää, välttelevätkö autistiset henkilöt suoraa katsetta aktiivisesti vai onko kyseessä ärsyke, jonka he kokevat sosiaalisesti vähemmän motivoivana. Viime vuosina kiinnostuksen kohteena on ollut aivojen sähköisen aktivaation tutkiminen autismikirjon häiriössä. Erityistä kiinnostusta on herättänyt aivojen frontaalisten alueiden aktivaatio suoran katseen havaitsemisen yhteydessä. Tämän alfaaajuksen (6-10 Hz) frontaaliasymmetrian on ajateltu heijastavan lähestymis- ja välttämismotivaation neuraalisia vasteita siten, että suhteellinen vasemmanpuoleinen frontaaliasymmetria viittaisi lähestymismotivaatioon ja oikeanpuoleinen välttämismotivaatioon. Tämän frontaaliasymmetrian on ajateltu olevan autismikirjon häiriössä poikkeavaa tyypillisesti kehittyviin verrattuna, ja näin ollen poikkeava frontaaliasymmetria saattaisi olla autismikirjon häiriölle tyypillinen biologinen ominaisuus. Lisäksi aikaisemmin ei ole tutkittu sitä, onko kyseessä autismikirjon häiriölle tyypillinen ominaisuus vai onko kyseessä kehityksellinen tekijä, joka liittyyisi laajemmin tyypillisestä poikkeavaan kehitykseen. Tässä tutkimuksessa selvitettiin, eroaako 4-8 -vuotiaiden autististen lasten frontaaliasymmetria tyypillisesti kehittyvistä ja kehitysviiveisistä verrokeista katseen havaitsemisen yhteydessä. Tutkimuksessa käytettiin koeasetelmaa, jossa aivosähkökäyrää mitattiin samalla kun tutkittavat katselivat tietokoneen ruudulta valokuvia kasvoista, joiden katse siirtyi alaviistosta joko suoraan (kohti) tai sivuun.

Tutkimuksen oletukset eivät täyttyneet. Autistisilla lapsilla havaittiin katseen havaitsemisen yhteydessä sekä suoran että sivuun suunnatun katseen osalta lähestymismotivaatioon viittaavaa suhteellista vasemmanpuoleista frontaaliasymmetriaa. Toisaalta autististen lasten suoran ja sivuun suunnatun katseen tilanteiden frontaaliasymmetria ei poikennut tilastollisesti toisistaan, mikä viittaisi siihen, että autistiset lapset ovat kokeneet suoran ja sivuun suunnatun katseen motivationaalisesti samanlaisina. Kehitysviiveisten lasten ryhmässä tulokset olivat samansuuntaisia autistisiin lapsiin verrattuna. Tämä voi viitata siihen, että poikkeava frontaaliasymmetria ei olisi autismikirjon häiriölle tyypillistä vaan kyseessä olisi yleisemmällä tasolla tyypillisestä kehityksestä poikkeava ominaisuus. Tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä frontaaliasymmetria viittasi välttämismotivaatioon molemmissa katsetilanteissa, mutta tilanteiden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Vaikka tutkimus antoi tukea sille, että autistiset lapset kokevat suoran ja sivuun suunnatun katseen motivationaalisesti samalla tavalla, on tutkimustuloksiin syytä suhtautua varauksella. Autistiset lapset eivät kokeneet suoraa katsetta sivuun suunnattua motivoivampana, mutta oletusten vastaisesti autististen lasten frontaaliasymmetria viittasi lähestymismotivaatioon molemmissa katsetilanteissa. Lisäksi tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä frontaaliasymmetria viittasi välttämismotivaatioon molemmissa katsetilanteissa. Koska kyseessä oli vasta ensimmäinen tutkimus, jossa verrattiin autistisia, tyypillisesti kehittyviä ja kehitysviiveisiä lapsia tilanteessa, on jatkossa syytä perehtyä aiheeseen enemmän. Lisäksi tutkimuksessa käytettiin koeärsykettä, josta oli karsittu muu paitsi silmien alueen liike. Kyseistä koeasetelmaa on syytä kehittää, jotta saadaan lisätietoa autismikirjon häiriölle tyypillisestä frontaaliasymmetriasta ja mahdollisesta silmien alueen merkityksellisyydestä katseenhavaitsemisen yhteydessä.

Avainsanat: autismi, alfa-asymmetria, lähestymismotivaatio, välttämismotivaatio, suora katse

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLTÖ

JOHDANTO	1
Autismi	1
Katseen suunnan sosiaalinen merkitys	2
Autismi ja katse	4
Katsekontaktin välttäminen autismissa, yli- ja alivirittymishypoteesi	6
Frontaaliasymmetria, katsesuunta ja affektiivis-motivationalinen järjestelmä	8
Tutkimuskysymykset ja hypoteesit	10
MENETELMÄT	11
Tutkittavat	11
Ärsykkeet ja kokeen kulku	13
EEG-laitteisto ja mittaaminen	16
Aineiston esikäsittely	17
Tilastolliset analyysit	19
TULOKSET	20
POHDINTA	21
Tutkimuksen päätulokset	22
Tutkimuksen vahvuudet ja rajoitukset	24
Jatkotutkimuksen tarpeet	26
Yhteenveto	28
LÄHTEET	30

JOHDANTO

Autismi

Yli 70 vuotta sitten Kanner (1943) epäili autismin taustalla olevan synnynnäisiä tekijöitä. Tänä päivänä autismin tiedetään olevan neurobiologinen kehityshäiriö, jonka diagnosointi perustuu käyttäytymisen tarkkailuun ja haastattelumenetelmiin (Amaral, Dawson, & Geschwind, 2011). Autismilla tiedetään olevan vahva geneettinen perusta, mutta siitä huolimatta ei ole löydetty biologista testiä tai markkeria, jolla häiriön voisi todeta (Abrahams & Geschwind, 2008). Autismiin on havaittu olevan yleisempää pojilla kuin tytöillä, ja pojilla sitä ilmenee noin nelinkertaisesti tyttöihin verrattuna (American Psychiatric Association, 2013). Geneettisen riskin lisäksi autismin riskitekijöinä on pidetty myös ympäristötekijöitä, kuten ympäristömyrkyjä sekä raskauden aikaisia tekijöitä (Amaral ym., 2011; Mash & Wolfe, 2013). Yhtä selittävää tekijää ei ole vaan geenien ja ympäristön yhteisvaikutuksen ajatellaan olevan autismin syntyyn vaikuttava tekijä.

Suomessa käytössä olevan ICD-10 tautiluokituksen mukaan autismi kuuluu laaja-alaisiin kehityshäiriöihin, F84 (World Health Organization, 1992), ja sen vaikeusaste vaihtelee tapauskohtaisesti. Vaikeusasteeltaan vakavin on lapsuusiän autismi, joka usein diagnosoidaan jo ennen kolmatta ikävuotta. Nimestään huolimatta lapsuusiän autismi ei rajoitu lapsuuteen vaan on koko elinkaaren kattava yksilön ominaisuus. Aspergerin oireyhtymä on ICD-10 tautiluokituksen mukaan autismin lievempi muoto, joka eroaa lapsuusiän autismista siten, että siinä ei ilmene merkittävää kielellistä tai kognitiivista viivästymää. Näiden lisäksi käytössä on epätyypillinen autismi -diagnoosi, johon päädytään kun autistista käyttäytymistä on havaittavissa, mutta kaikki diagnostiset kriteerit eivät täyty (World Health Organization, 1992).

Yhdysvalloissa käytössä olevassa diagnostiikassa on siirrytty jatkumomallin käyttöön, jossa autismia ei enää jaotella alakäsitteisiin. Sen sijaan oirekuvista käytetään nimitystä autismitietäminen (ASD), jolla kuvataan yleisesti häiriölle tyypillisiä oireita (American Psychiatric Association, 2013). Uusimmassa tautiluokitus DSM-5:ssä ei siis enää nähdä autismia eri kategorioina vaan jatkumona, jossa autismitietämisen määrä ja vaikeusaste vaihtelevat portaattomasti. Tässä tutkimuksessa autismilla tarkoitetaan ICD-10-tautiluokituksen mukaista oireluokitusta.

Autismin diagnostisia kriteerejä ovat vaikeudet vuorovaikutustilanteissa ja kommunikatiivissa sekä toistuvat kaavamaiset liikkeet (Amaral ym., 2011; Mash & Wolfe, 2013). Näiden on oltava havaittavissa jo ennen kolmatta ikävuotta. Sosiaaliset vaikeudet ilmenevät ongelmina sosio-

emotionaalisessa vuorovaikutuksessa, puutteellisena jaettuna ilona leikkitilanteissa, vaikeuksina toverisuhteissa sekä nonverbaalisen kommunikaation puutteina. Kommunikaation puutteet ilmenevät puheen kehityksen viivästyminenä ja vaikeutena kommunikoida ilman korvaavia kommunikaation keinoja, kaikupuheena ja kaavamaisena puheena tai vaikeutena keskustelun ylläpitämisessä. Lisäksi vähäinen tai puutteellinen matkiminen ja mielikuvitusleikki ovat yhteydessä sosiaalisiin ja kommunikaation vaikeuksiin. Toistuvat ja kaavamaiset toiminnot ilmenevät kehon ja käsien asennoissa, toimintarituaaleina ja yksityiskohtiin keskittymisenä (Amaral ym., 2011; Lord, Cook, Leventhal, & Amaral, 2000). Poikkeavuudet katsekontaktin ottamisessa ovat yksi ensimmäisistä ja merkittävimmistä oireista, johon autistisen lapsen vanhemmat kiinnittävät huomion (esim. Senju & Johnson, 2009). Myös retrospektiivisissä tutkimuksissa, joissa on tarkasteltu autististen lasten perheiden kotivideoita, on pystytty todentamaan vanhempien havainnot katsekontaktin puutteellisesta käytöstä. Katseen käyttö vaikuttaisi olevan melko keskeisessä asemassa autismissa.

Katseen suunnan sosiaalinen merkitys

Katse ja katseen suunta ovat merkittävässä roolissa ihmisten välisessä vuorovaikutuksessa. Katseen suunnalla voidaan viestiä muun muassa omia aikeita sekä tehdä päätelmiä toisen yksilön aikeista, tavoitteista ja motivaatioista (Emery, 2000; Kleinke, 1986; Nummenmaa & Calder, 2009). Sillä voidaan myös säädellä puheenvuoroja ja osoittaa kuuntelevansa tai puolestaan tylsistyvänsä (Kleinke, 1986). Katseen suunnalla voi ilmaista läheisyyttä sekä osoittaa valta-asemia vuorovaikutustilanteissa muiden kanssa. Katseen suunta vaikuttaisi siis olevan merkityksellinen viestinnällinen väline myös havaitsijan näkökulmasta.

Aivoista on löydetty useampia alueita, jotka reagoivat katseen suuntaan. Erityisesti temporaalilohkon alueet ovat merkittävässä roolissa katsesuunnan havaitsemisessa (Nummenmaa, 2011). Sekä oikeanpuoleinen ylempi temporaalipoimu (STG) että ylempi temporaaliluurre ovat (STS) ovat yhteydessä katsesuunnan havaitsemiseen (Perrett, Hietanen, Oram, & Benson, 1992). Lisäksi mantelitumakkeen ja orbitofrontaalisen aivokuoren on havaittu käsittelevän tietoa katseen suunnasta (Emery, 2000). Katseinformaatiota käsittelevät alueet eivät kuitenkaan rajoitu ainoastaan näihin, sillä kädellisiltä on löydetty yli 30 katseinformaatiota käsittelevää aluetta.

Katse on jo lapsen syntymästä lähtien merkittävässä roolissa ja sillä vaikuttaisi olevan vahva biologinen perusta. Tätä väitettä tukee tutkimus, jossa on havaittu vastasyntyneiden katselevan enemmän ärsykeitä, jotka muistuttavat ihmiskasvoja, ja jo 6- ja 12-viikkoisina tämä taipumus

voimistui entisestään (Mondloch ym., 1999). Lisäksi on havaittu, että suora katse vetää vastasyntyneiden huomion puoleensa paremmin kuin sivuun suunnattu katse (Farroni, Csibra, Simion, & Johnson, 2002), ja että vastasyntyneet katselevat pidempään kasvoja, joiden silmät ovat auki kuin kasvoja joiden silmät ovat kiinni (Batki, Baron-Cohen, Wheelwright, Connellan, & Ahluwalia, 2000). Vastasyntyneiden lisäksi myös tyypillisesti kehittyvillä lapsilla ja aikuisilla on havaittu suoran katseen tehostavan kasvojen mieleenpainamista ja mieleenpalauttamista (Hood, Macrae, Cole-Davies, & Dias, 2003).

Katseesta tehtävät sosiaaliset johtopäätökset vaikuttavat olevan nopeita. Katsesuunnan refleksinomaisen seuraamisen on havaittu olevan osa sosiaalista vuorovaikutusta (Nummenmaa, 2011). Toisen ihmisen sivuun suunnattu katse ohjaa myös havaitsijan katseen samaan suuntaan, ja jo 3-6 kuukauden ikäiset lapset seuraavat tarkasti katseen suuntaa (Hood, Willen, & Driver, 1998). Katseen suunnan nopea havaitseminen ja sen seuraaminen mahdollistavat ensinnäkin tehokkaan ympäristön tarkkailemisen ja nopean viestimiskeinon mahdollisten uhkien tai hyötyjen havaitsemiseen (Nummenmaa, 2011). Toiseksi katseen seuraaminen mahdollistaa jaetun tarkkaavaisuuden, jossa kaksi tai useampi henkilö on suunnannut huomionsa samaan kohteeseen. Tämä mahdollistaa vuorovaikutuksen, jossa ryhmän huomio, tavoitteet ja motivaatio on suunnattu samaan kohteeseen. Kolmanneksi toisen katseen nopea seuraaminen mahdollistaa päätelmien tekemisen toisen henkilön motivaatioista ja kiinnostuksen kohteista (Nummenmaa, 2011).

Katseen suunnan on havaittu olevan keskeisessä roolissa lähestymis- ja välttämismotivaatioiden viestinnässä. Vaikka katseen suuntaan reagoidaan nopeasti refleksinomaisesti, vaikuttaa siltä että katseen suuntaan reagointiin vaikuttaisivat myös muut tekijät (Nummenmaa, 2011). Tutkimuksissa on havaittu, että tietokoneen ruudulla vastaan tulevan hahmon katseen suunnasta tehdään motivaatioon liittyviä päätelmiä (Nummenmaa, Hyönä, & Hietanen, 2009). Vastaan kävelevän hahmon joko oikealle tai vasemmalle suunnattu katse havaittiin tarkasti ja pelkän katseen suunnan havaitsemisen lisäksi koehenkilöt tekivät päätelmiä hahmon tavoitteista ja motivaatioista, ja suunnittelivat vielä omaa toimintaansa. Katseen suunnan koettiin viestittävän kulkusuunnasta kuvitellussa kohtaamistilanteessa. Lisäksi koehenkilöiden havaittiin suuntaavan oman katseensa vastakkaiseen suuntaan, kertoen heidän omista aikomuksistaan kohtaamistilanteessa. Katseen suunnan seuraaminen ei siten ole ainoastaan refleksinomainen reaktio ärsykkeeseen, vaan on myös vuorovaikutuksellisen kommunikaation väline ja yhteydessä havaitsijan omiin sosiaalisiin tavoitteisiin ja motivaatioihin.

Katseen suunnan merkitystä lähestymis- ja välttämismotivaatioihin on tutkittu myös emootioiden yhteydessä. Adams & Kleck (2005) tutkivat sitä, tehostaako katseen suunta kasvoilla havaittavaa motivationaalisesti merkityksellistä emootiota. He havaitsivat, että suora katse vahvisti

lähestymismotivaatioon yhteydessä olevien vihan ja ilon emootioiden havaitsemista, ja että sivuun suunnattu katse vahvisti välttämismotivaatioon yhteydessä olevien pelon ja surullisuuden tunteiden havaitsemista (Adams & Kleck, 2005). Vaikka katseen suunta vaikuttaisi yksinäänkin vaikuttavan lähestymis- ja välttämismotivaatioihin, niin tunteilla vaikuttaisi olevan lähestymis- ja välttämismotivaatioita vahvistava merkitys. Tämä voi tutkimuksen kannalta olla siinä mielessä merkityksellistä, että tutkimuksissa joissa tutkitaan katseen vaikutusta havaitsijan motivaatioihin, todelliset vaikutukset voivat jäädä piiloon, jos emootioiden vaikutusta ei huomioida.

Autismi ja katse

Vaikka autismilla ajatellaan olevan vahva geneettinen perusta ja joitakin viitteitä autismia ennustavista biomarkkereista on havaittu (Gabard-Durnam, Tierney, Vogel-Farley, Tager-Flusberg, & Nelson, 2015), niin autismediagnoosi voidaan tehdä luotettavasti vasta kolmannen ikävuoden loppuun mennessä (Lord ym., 2000; Mash & Wolfe, 2013). Lapsen puutteellinen katsekontakti on ensimmäisiä oireita, jotka herättävät autististen lasten vanhempien huolen siitä, että heidän lapsensa kehitys ei etene normaalisti. Lapsi ei oma-aloitteisesti hae katsekontaktia ja häntä on vaikea saada katsekontaktiin (esim. Senju & Johnson, 2009). Vanhempien tekemiä havaintoja autistisiksi diagnosoiduista lapsista on tutkittu jälkikäteen kotivideoilta. Tutkimukset kotivideoista ovat vahvistaneet vanhempien tekemät havainnot epätavallisesta katseen käyttämisestä (Baranek, 1999; Clifford, Young, & Williamson, 2007; Maestro ym., 2005; Osterling & Dawson, 1994; Osterling, Dawson, & Munson, 2002) . Lisäksi Saint-Georges ym. (2010) toteavat kotivideoita ja pitkäaikaistutkimuksia tarkastelleessa katsausartikkelissaan, että autismista on olemassa merkkejä jo ennen yhden vuoden ikää. Heidän mukaansa sosiaalisessa käyttäytymisessä oli havaittavissa puutteita jopa 6 kuukauden iässä, kommunikaatiotaidoissa 12–14 kuukauden iässä, puutteita tunneilmaisussa ja ärsyyntyvyydessä jo 6 ja 12 kuukauden iässä sekä alentunutta aktiivisuutta jo 6 kuukauden iässä. Puutteellinen katsekontakti heidän mukaansa on havaittavissa jo ensimmäisen elinvuoden loppuun mennessä. Vaikka autismista on merkkejä jo hyvissä ajoin ennen diagnoosia, Saint-Georges ym. (2010) toteavat varhaisen diagnosoinnin kuitenkin olevan vaikeaa. Osterling & Dawson (1994) toteavat, että ensimmäisiltä syntymäpäiviltä kuvatuissa videoissa on havaittavissa autistista käyttäytymistä myöhemmin diagnoosin saaneilla lapsilla. Paras yksittäinen indikaattori myöhemmästä autismediagnoosista oli se, kuinka usein lapsi katsoi muita. Kun videolta analysoitiin

katseen lisäksi osoittaminen, näyttäminen ja reagoiminen omaan nimeen, niin 91 % arvioitiin tutkijoiden toimesta oikein autistisiksi.

Mihin autistiset henkilöt kiinnittävät huomiota? Monissa silmänliiketutkimuksissa on havaittu autististen henkilöiden poikkeavat silmänliikkeet (Baranek, 1999; Boraston, Corden, Miles, Skuse, & Blakemore, 2008; Dalton ym., 2005; Pelphrey ym., 2002; Spezio, Huang, Castelli, & Adolphs, 2007; Sterling ym., 2008). Autististen henkilöiden on havaittu kiinnittävän huomiota silmiin tyypillisesti kehittyviä verrokkeja vähemmän (Senju & Johnson, 2009). Pelphrey ym. (2002) havaitsivat tutkimuksessaan, että autistiset henkilöt katsoivat verrokkiryhmää huomattavasti vähemmän silmien, nenän ja suun alueita. Jones, Carr, & Klin, (2008) havaitsivat, että leikki-ikäiset autistiset henkilöt kiinnittivät tyypillisesti kehittyviä leikki-ikäisiä vähemmän huomiota silmiin. Sen sijaan he katselivat enemmän suun alueelle muihin verrattuna.

Vaikka on näyttöä siitä, että puutteellinen katsekontakti ja autismi ovat yhteydessä, niin myös vastakkaisia tuloksia on löydetty (Dapretto ym., 2006; Rutherford & Towns, 2008; Senju & Johnson, 2009; Van Der Geest, Kemner, Verbaten, & Van Engeland, 2002). Dapretto ym. (2006) sekä Rutherford & Towns (2008) eivät havainneet eroa siinä, kuinka kauan tyypillisesti kehittyvät ja autistiset lapset katselivat kasvojen ja silmien seutua. Van Der Geest ym. (2002) eivät havainneet tyypillisesti kehittyvien ja autististen lasten välillä eroja silmien fiksaatioissa tilanteissa, joissa koehenkilöt katselivat oikeinpäin olevia kasvokuvia. Moriuchi, Klin, & Jones (2017) havaitsivat tutkimuksessaan, että autistiset 2-vuotiaat katselivat tyypillisesti kehittyviä ja kehitysviiveisiä vähemmän silmien seutua tilanteessa, jossa he saivat vapaasti katsella videota, jossa nainen katsoi kohti kameraa. Kun koehenkilöille vihjattiin suuntaamaan katse silmien alueelle, ei ryhmien välillä havaittu eroja katseluajoissa. Tutkimusten ristiriitaisten tulosten on ajateltu johtuvan tutkimusten erilaisista koeasetelmista (Senju & Johnson, 2009). Kun autistisia henkilöitä pyydetään koetilanteissa kiinnittämään huomionsa silmiin, he suoriutuvat kuten verrokkit, mutta kun koetilanne muuttuu dynaamisemmaksi ja sosiaalisemmaksi, autistiset henkilöt katsovat silmiin vähemmän (Senju, 2012).

Klin, Shultz, & Jones (2015) tutkivat pitkittäistutkimuksessaan sitä, mihin autistiset ja tyypillisesti kehittyvät lapset kohdistavat katseensa kasvoja havaitessaan. He seurasivat tutkimuksessa lapsia 2 kuukauden ikäisistä 24 kuukauden ikäisiksi. Tutkimustulokset osoittivat, että molemmat ryhmät katselivat keskimäärin saman verran silmien alueita, mutta autististen lasten katsekäyttämisen kehitys poikkesi tyypillisesti kehittyvien lasten kehityksestä. Siinä missä tyypillisesti kehittyvien lasten fiksaatiot silmiin pysyivät samana iästä riippumatta, autististen lasten kehityksessä oli havaittavissa fiksaatioiden vähenemistä. Autististen lasten kehitystä kuvaa siis fiksaatioiden väheneminen silmien alueelle iän myötä. Vaikuttaa siltä että autistisilta henkilöiltä ei

puutu kykyä havaita katsekontaktia, mutta heidän kehityksensä on taantuvaa ja syystä tai toisesta jättävät siihen joissakin tilanteissa reagoimatta (Klin ym., 2015).

Katsekontaktin välttäminen autismissa, yli- ja alivirittymishypoteesi

Mistä autististen henkilöiden mahdollinen katseen välttäminen sitten johtuu? Yhdeksi vaihtoehdoksi on esitetty affektiivisen virittymisen mallia. Kaikki yksilön emotionaalinen ja motivoitunut toiminta aktivoi elimistössä keskushermoston autonomisen reaktion (Pfaff, Ribeiro, Matthews, & Kow, 2008). Katsekontaktin ajatellaan herättävän automaattisesti emotionaalisen vasteen, ja etenkin mantelitumakkeet ovat yhteydessä nopeaan emotionaaliseen reaktioon (Adolphs, 2003). Affektiivisen virittymisen mallin mukaan autististen henkilöiden katsekontaktin välttäminen johtuisi siis joko emotionaalisesta yli- (hyperarousal) tai alivirittymisestä (hypoarousal) (Senju & Johnson, 2009).

Ylivirittyneisyshypoteesin mukaan toisten kasvot ja silmät ovat autistisille henkilöille epämiellyttävä ärsyke, ja siksi katsekontaktin välttäminen olisi adaptiivinen reaktio ärsykkeeseen (Corden, Chilvers, & Skuse, 2008; Dalton ym., 2005; Kylliäinen & Hietanen, 2006; Senju & Johnson, 2009). Mallin mukaan autistiset henkilöt olisivat jatkuvassa ylivirittyneisyyden ja välttämiskäyttäytymiseen motivoivassa tilassa, minkä seurauksena he välttelevät katsekontaktia. Autistiset henkilöt olisivat siis jatkuvasti herkistyneinä sosiaalisille ärsykeille, minkä seurauksena heidän käyttäytymisensä näkyy ulospäin autistisille tyypillisenä katsekontaktin välttelynä (Dalton ym., 2005).

Tyypillisesti kehittyvillä yksilöillä affektiivisen virittymisen mallissa painotetaan katsekontaktista koettuja sisäisiä palkkioita sekä sen vaikutusta affektiiviseen virittymiseen (Senju & Johnson, 2009). Katsekontakti yhdistyy sosiaalisessa kanssakäymisessä koettuihin positiivisiin tunteisiin ja kokemuksiin. Autistisilla henkilöillä tämän assosiaation muodostumisen ajatellaan epäonnistuvan ylivirittyneisyyden takia, minkä seurauksena katsekontakti koetaan epämiellyttävänä. Ylivirittymishypoteesin mukaan autistiset henkilöt siis aktiivisesti välttelisivät katsekontaktia pelkän huomiotta jättämisen sijaan. Katsekontaktin välttäminen olisi näin aktiivinen tai automatisoitunut prosessi.

Alivirittyneisyshypoteesin mukaan autististen henkilöiden epätyypillinen katsekäyttäytyminen johtuisi hermoston ja etenkin mantelitumakkeiden alivirittymisestä (Senju & Johnson, 2009). Myös dopaminergisen palkkiojärjestelmän on tutkimuksissa havaittu olevan

yhteydessä sosiaalisiin tilanteisiin, kuten katsekontaktiin. Dawson, Webb, & McPartland (2005) havaitsivat tutkimuksessaan autististen henkilöiden mantelitumakkeiden ja dopaminergisen palkkiojärjestelmän alivirittyneisyyttä. Tämä viittaa siihen, että autistiset henkilöt eivät koe katsekontaktia palkitsevana (Dawson ym., 2005). Tämän palkitsevuuden puuttumisen seurauksena katsekontakti ei saa vahvistavaa oppimista (Senju & Johnson, 2009). Vahvistavan oppimisen ja positiivisen palkitsevuuden puutteiden takia autististen henkilöiden aivot eivät kehity havaitsemaan sosiaalisia vihjeitä tyypillisellä tavalla. Näin ollen katsekontaktilla ei välttämättä ole vaikutusta autistisen henkilön sen hetkiseen käyttäytymiseen, koska katsekontakti ei aiheuta neuraalisen palkkiojärjestelmän reaktiota tai se on alivirittynyt. Alivirittyneisyshypoteesin mukaan autistiset henkilöt eivät aktiivisesti välttä katsetta, vaan syystä tai toisesta sitä ei koeta palkitsevana.

Sekä yli- että alivirittyneisyshypoteesit ovat saaneet tukea tutkimuksissa. Dalton ym. (2005) havaitsivat tutkimuksessaan, että mantelitumakkeiden ja fusiformisen poimun aktivaatiot olivat yhteydessä siihen, kuinka kauan autistiset henkilöt katsoivat silmiin. Etenkin mantelitumakkeiden virittyminen viittaa autististen henkilöiden emotionaaliseen virittymiseen, mikä tukee ylivilittyneisyshypoteesia. Kylliäinen & Hietanen (2006) havaitsivat tutkimuksessaan, jossa koehenkilöt katsoivat kuvia kasvoista, suoran katseen aiheuttavan autistisissa henkilöissä suuremman fysiologisen vasteen ihon sähkönjohtavuudella (skin conductance response, SCR) mitattuna tyypillisiin verrokkeihin nähden. Myös tämä fysiologinen vaste tukee ylivilittyneisyshypoteesia autismin yhteydessä. Ylivilittymishypoteesia tutkittiin myös tutkimuksessa, jossa Kylliäinen ym. (2012) havaitsivat, että autististen henkilöiden SCR-vaste oli sitä suurempi, mitä enemmän kohti liikkuvien ärsykekasvojen silmät olivat auki. Ärsyke koettiin siis sitä provosoivammaksi mitä enemmän ärsykekuvan silmät olivat auki. Autististen lasten SCR-vasteet eivät kuitenkaan poikenneet tyypillisesti kehittyvien lasten SCR-vasteista, kun ärsykekasvojen silmät olivat tavallista enemmän auki. Lisäksi heidän SCR-vasteensa olivat verrokkeihin nähden matalampia tilanteissa, joissa ärsykekasvojen silmät olivat kiinni tai tavallisesti auki. Tulosten perusteella näyttää siltä, että autististen lasten SCR-vasteet suoraan katseeseen ovat poikkeavia, mutta suora katse ei aiheuta heissä yksiselitteistä välttämismotivaatioon viittaavaa reaktioita (Kylliäinen ym., 2012). Suora katse siis selvästi aiheuttaa autistisissa lapsissa fysiologisen virittymisreaktion, mutta koska fysiologisella mittarilla mitattuna reaktio jäi tyypillisesti kehittyviä verrokkeja matalammaksi, on mahdollista että autistiset kokevat suoran katseen vähemmän motivoivaksi.

Frontaaliasymmetria, katsesuunta ja affektiivis-motivationaleen järjestelmä

Välttämisen- ja lähestymismotivaatiota voi ainakin epäsuorasti tutkia frontaalisen EEG-asymmetrian (elektroenkefalografia, EEG) (esim. Davidson, 2004) ja SCR-mittausten avulla (esim. Kylliäinen & Hietanen, 2006). Näissä tutkimuksissa EEG:n on ajateltu antavan tietoa lähestymis- ja välttämismotivaatioista, ja SCR-mittausten puolestaan koehenkilöiden autonomisista reaktioista ja siitä, kuinka virittäviksi esitettävät ärsykkeet on koettu. EEG-tutkimuksissa on keskitytty alfaaajuuksien (8-13 Hz) aktiivisuuden suhteelliseen jakautumiseen oikean- ja vasemmanpuoleisilla frontaalisilla alueilla. Alfaaajuinen frontaalinen EEG-aktiivisuus on käänteisesti yhteydessä kortikaaliseen aktivaatioon (Allen, Coan, & Nazarian, 2004; Davidson, Jackson, & Larson, 2000). Suurempi vasemmanpuoleinen alfa-aktivaatio tarkoittaa suhteellista oikeanpuoleista eli välttämismotivaatioon viittaavaa aktivaatiota, ja suurempi oikeanpuoleinen alfa-aktivaatio puolestaan tarkoittaa suhteellista vasemmanpuoleista eli lähestymismotivaatioon viittaavaa aktivaatiota.

Tunteiden valenssiteorian mukaan suhteellinen vasemmanpuoleinen EEG-asymmetria on yhteydessä positiivisiin ja miellyttäviin tunteisiin, ja suhteellinen oikeanpuoleinen EEG-asymmetria on puolestaan yhteydessä negatiivisiin ja epämiellyttäviin tunteisiin (Davidson, 2004; Harmon-Jones, 2003; Harmon-Jones, 2004). Pelkästään tunteet eivät kuitenkaan ole riittävä selittävä tekijä frontaalisessa EEG-asymmetriassa, sillä myös vihan on havaittu aiheuttavan vasemmanpuoleista frontaalista EEG-asymmetriaa (Harmon-Jones, 2004). Viha on valenssiltaan negatiivinen ja näin ollen tunteiden valenssiteorian oletusten mukaan sen tulisi aiheuttaa suhteellista oikeanpuoleista frontaalista EEG-asymmetriaa suhteellisen vasemmanpuoleisen frontaalisen EEG-asymmetrian sijaan. Tunteiden lisäksi tarvitaan jokin muu selittäjä frontaaliselle EEG-asymmetrialle.

Tämän toisen selittäjän on arveltu olevan lähestymis- ja välttämismotivaatio. Davidson, Ekman, Saron, Senulis, & Friesen (1990) esittävät aivojen frontaalisten alueiden aktivaation olevan yhteydessä tunteiden lisäksi myös lähestymis- ja välttämismotivaatioihin. Suhteellinen vasemmanpuoleinen frontaalinen EEG-asymmetria viittaa lähestymis- ja oikeanpuoleinen välttämismotivaatioon (Davidson, 2004; Harmon-Jones, 2003; Harmon-Jones, 2004). Näitä on tutkittu juuri tunteiden yhteydessä, sillä tunteiden on ajateltu herättävän kokijassaan joko lähestymis- tai välttämismotivaation. Esimerkiksi pelko ja inho (Davidson ym., 1990) sekä suru (Adams & Kleck, 2005) ovat yhdistetty välttämismotivaatioon, ja onnellisuus sekä viha ja ilon tunteet lähestymismotivaatioon viittaavaan frontaaliseen EEG-asymmetriaan (Adams & Kleck, 2005; Davidson ym., 1990).

Autististen lasten ja nuorten frontaalisen EEG-asymmetrian tutkimisessa on keskitytty perustason mittauksiin. Näissä tutkimuksissa on mitattu frontaalista EEG-asymmetriaa tilanteissa, joissa koehenkilöt eivät suorita mitään tehtävää vaan ovat passiivisessa, levollisessa tilassa. Tutkimuksissa frontaalisen EEG-asymmetrian on havaittu olevan potentiaalinen autismin riskistä kertova biologinen markkeri (Gabard-Durnam ym., 2015). Tutkimuksessa havaittiin 6 ja 12 kuukauden ikäisten lasten perustason frontaalisessa EEG-asymmetriassa eroja sen mukaan, olivatko he autististen lasten sisaruksia vai eivät. Jo kuuden kuukauden iässä korkean ja matalan riskiryhmien väliset erot olivat havaittavissa. Lisäksi ryhmien väliset muutokset frontaalisessa EEG-asymmetriassa olivat vastakkaiset 12 kuukauden iässä, mikä viittaa kortikaalisten alueiden erilaiseen kehitykseen.

Katseen suunnan vaikutusta frontaaliseen EEG-asymmetriaan on tutkittu monissa koeasetelmissa. Muun muassa Hietanen, Leppänen, Peltola, Linna-aho, & Ruuhiala (2008) ja Pönkänen, Peltola, & Hietanen (2011) havaitsivat katsesuunnan vaikuttavan frontaaliin EEG-vasteisiin koeasetelmissa, joissa koehenkilöt katselivat oikeita kasvoja nestekidenäytön läpi. Tutkimuksissa havaittiin suoran katseen aiheuttavan suhteellista vasemmanpuoleista frontaalista EEG-asymmetriaa ja sivuun suunnatun katseen aiheuttavan suhteellista oikeanpuoleista frontaalista EEG-asymmetriaa. Aitojen kasvojen lisäksi tutkimuksissa esitettiin myös kuvia kasvoista. Nämä eivät kuitenkaan aiheuttaneet muutoksia frontaalisessa EEG-asymmetriassa. Eron ajateltiin johtuvan siitä, että kuvissa kasvot eivät ole dynaamisia eikä vuorovaikutus ole mahdollista, jolloin havaitsijalle ei pääse syntymään kokemusta tarkkailluksi tulemisesta, eikä näin ollen toisen mieleen liittyvät mentalisaatioprosessit ja tätä kautta myös lähestymis- ja välttämismotivaatiot aktivoidu (Hietanen ym., 2008). Onkin mahdollista, että kasvoärsykkeiden aiheuttaman frontaalisen EEG-asymmetrian havaitsemiseksi tarvitaan pelkän kasvoärsykkeen lisäksi myös kokemus tarkkailun kohteena olemisesta (Myllyneva & Hietanen, 2015).

Myös autistisilla lapsilla on tutkittu katsesuunnan vaikutusta frontaaliseen EEG-asymmetriaan. Kylliäinen ym. (2012) käyttivät tutkimuksessaan ärsykkeinä koehenkilöille tuttujen ja vieraiden ihmisten kasvokuvia. Kuvien kasvot olivat suunnattu suoraan, ja ärsykekasvojen silmät olivat joko kiinni, auki tavallisesti tai tavallista enemmän auki. Lisäksi ärsykekuvat suurenivat asteittain. Tällöin koehenkilöille muodostui kokemus heitä lähestyvistä kasvoista. Tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä kohti lähestyvät kasvot, joiden silmät olivat tavallisesti auki, aiheuttivat lähestymismotivaatioon viittaavaa suhteellista vasemmanpuoleista frontaalista EEG-asymmetriaa. Autistisilla lapsilla ei kuitenkaan havaittu muutosta lähestymis- ja välttämismotivaatioon yhteydessä olevassa frontaalisessa EEG-asymmetriassa. He eivät siis tulosten mukaan aktiivisesti välttele kasvoja vaan eivät koe niitä motivationaalisesti merkityksellisiksi.

Tutkimuskysymykset ja hypoteesit

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää frontaalisten alueiden sähköisen aktivaation yhteyttä autismikirjon häiriöön. Tutkimuksessa pyritään selvittämään, aiheuttaako sivuun ja kohti (suora katse) suunnattu katse erilaisen lähestymis- ja välttämismotivaatioon viittavan vasteen autistisilla lapsilla kuin tyypillisesti kehittyvillä ja kehitysviiveisillä lapsilla. Tämä auttaa ymmärtämään paremmin, liittyykö katsekontaktin havaitsemiseen ali- vai ylivirittymistä autismissa. Vastetta tutkitaan mittaamalla frontaalisten alueiden aivosähkökäyrää samalla, kun tutkittavat katselevat tietokoneen ruudulta kuvia, joissa havaittu katse suuntautuu lähtötilanteesta (alaviisto) joko sivuun tai kohti tutkittavaa. Tutkittavat ovat 4-8-vuotiaita autistisia lapsia sekä verrokkeina olevia tyypillisesti kehittyviä ja kehitysviiveisiä lapsia.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on pyritty selvittämään eri katsesuuntien vaikutusta lähestymis- ja välttämismotivaatioihin sekä verrattu eroja autististen lasten ja tyypillisesti kehittyvien lasten välillä. Tutkimuksissa ei kuitenkaan ole voitu tehdä johtopäätöksiä siitä, onko tutkimuksissa havaittu alfa-aktivaatio tyypillistä juuri autistisille lapsille vai onko kyseessä yleisempi kehitykselliseen viiveeseen viittaava piirre. Tässä tutkimuksessa tyypillisesti kehittyvien lasten lisäksi verrokkiryhmänä tutkitaan myös kehitysviiveisiä lapsia.

Aiemmissa tutkimuksissa on havaittu kahdensuuntaisia tuloksia autistisilla lapsilla. Kohti suunnatun katseen on havaittu aiheuttavan autonomisen hermoston virittymistä tilanteessa, jossa kasvot liikkuvat tietokoneen ruudulla kohti havaitsijaa (Kylliäinen ym., 2012). Samassa tutkimuksessa kuitenkin havaittiin, ettei sivuun ja kohti suunnattu katse aiheuttanut autistisilla lapsilla erilaista lähestymis- ja välttämismotivaatioihin viittaavaa frontaalista EEG-vastetta. Tyypillisesti kehittyvillä lapsilla kohti liikkuvat kasvot aiheuttivat voimakkaamman lähestymismotivaatioon viittaavan vasemmanpuoleisen frontaalisen EEG-vasteen. Näin ollen yli- ja alivirittyneisyshypoteesien mukaisesti vaikuttaisi siltä, että autistiset lapset saattavat kokea havaitun katseen motivationaalisesti merkityksettömänä. Tässä tutkimuksessa voidaan olettaa, että suora katse aiheuttaa tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä voimakkaamman lähestymismotivaatioon viittaavaan frontaalisen EEG-vasteen autistisiin lapsiin nähden. Lisäksi voidaan olettaa, että autististen lasten ryhmässä suoran ja sivuun suunnatun katseen frontaalisissa EEG-vasteissa ei ole eroavaisuuksia. Autististen ja kehitysviiveisten lasten välisistä frontaalisista alfa-aktivaatioista ei ole olemassa aikaisempaa tutkimusta, joten näiden erojen välillä ei voida tehdä aikaisempiin tutkimuksiin perustuvia olettamuksia.

MENETELMÄT

Tutkittavat

Tutkimus on osa Tampereen yliopiston Autismi ja Katse -pitkittäistutkimusta. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää katsekontaktin vaikeuksien luonnetta ja kehittymistä 4-8 vuotiailla autistisilla lapsilla, tyypillisesti kehittyneillä sekä kehitysviiveisillä ikätovereillaan. Tutkimukselle on annettu Tampereen alueen ihmistieteiden eettisen toimikunnan puoltava lausunto.

Tutkimukseen osallistui 20 autistista lasta, 20 tyypillisesti kehittyvää lasta ja 19 kehitysviiveistä lasta. Tyypillisesti kehittyvien ja kehitysviiveisten lasten ryhmät toimivat tutkimuksessa kontrolliryhminä autististen lasten ryhmälle. Tutkittavien lasten iät vaihtelivat 4-8 ikävuoden välillä. Osallistujista 8 oli tyttöjä ja 40 poikia. Autistiset lapset rekrytoitiin Tampereen yliopistollisen sairaalan lastenneurologian yksiköstä. Tutkimuksen sisäänottokriteeri autististen lasten kohdalla oli ICD-10 -tautiluokituksen mukainen varhaislapsuuden autismi -diagnoosi ilman älyllistä kehitysvammaa ($\text{ÄO} > 70$). Vaihtoehtoinen sisäänottokriteeri oli selvästi havaittava autistinen käyttäytyminen, mikäli autismediagnoosia ei vielä nuoren iän vuoksi (< 3 vuotta) oltu annettu. Poissulkukriteerinä oli epilepsiadiagnoosi tai epilepsiaan viittaavat löydökset, aisti- tai liikuntavammat sekä etenevät neurologiset sairaudet. Autismediagnoosin vahvistamiseksi laboratorikäynnin yhteydessä tutkittavia havainnoitiin Autism Diagnostic Observation Schedule 2 -tutkimuksella (ADOS-2: Lord ym., 2015), sekä vanhemmille tehtiin Autism Diagnostic Interview - Revised -haastattelu (ADI-R: Rutter, Le Couteur, & Lord, 2003). Lisäksi kehitystason määrittämiseksi vanhemmilta kysyttiin suostumus hoitavan psykologin tutkimustietoihin, tai vaihtoehtoisesti lapselle tehtiin neljä lapsen yleistä päättelytaitojen kehitystasoa mittaavaa tehtävää Wechsler Intelligence Scale for Childrenistä (WISC/WISC-IV: Wechsler, 1949). Päättelytaitojen kehitystasoa mittaavien tehtävien tulosta hyödynnettiin koe- ja kontrolliryhmien vertaistamisessa.

Tyypillisesti kehittyneet lapset rekrytoitiin mukaan tutkimukseen lähialueen päiväkodeista ja kouluista. Heillä ei vanhempien raportoinnin mukaan ollut todettu aikaisempia psykiatrisia tai neurologisia häiriöitä, eikä sairauksia tai kehityksellisiä ongelmia. Myös tyypillisesti kehittyvien lasten yleistä päättelytaitojen kehitystasoa mitattiin neljällä tehtävällä (WISC-IV) laboratorikäynnin yhteydessä. Tyypillisesti kehittyvien lasten vanhemmille annettiin laboratorikäynnin yhteydessä täytettäväksi lapsen taustatietoja kartoittava Social Communication Questionnaire -kyselylomake (SCQ: Rutter, Bailey, & Lord, 2003). SCQ-kysely toimi tutkimuksessa autistisen käyttäytymisen

seulana. Yli 15 pisteen SCQ-pistemäärää pidetään rajana autistiselle käyttäytymiselle ja jatkotutkimuksen tarpeelle. Tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä yksikään tutkimukseen osallistuneista ei ylittänyt 15 pisteen SCQ-pisterajaa ($ka = 3,1$, ks. Taulukko 1). Tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmä vertaistettiin autististen lasten ryhmän kanssa iän ja sukupuolen mukaan.

Kehitysviiveiset lapset rekrytoitiin tutkimukseen Tampereen yliopistollisen sairaalan kehitysvammapoliklinikalta ja lastenneurologian yksiköstä. Sisäänottokriteerinä oli ICD-10-luokituksen mukainen kehitysvammadiagnoosi tai selkeästi todettu kehitysviivästyminen. Poissulkukriteerinä oli samanaikainen merkittävä autistinen käyttäytyminen, aisti- tai liikuntavamma, epilepsia, etenevä neurologinen sairaus tai autismiin liittyvät kromosomipoikkeavuudet. Myös kehitysviiveisten lasten vanhemmille annettiin laboratoriokäynnin yhteydessä täytettäväksi SCQ-kysely. Kehitysviiveisten lasten ryhmässä suurin osa jäi alle kriittisen 15 pisteen rajan ($ka = 8,3$). Kaksi tutkittavaa ylitti kriittisen 15 pisteen rajan. Heidät päätettiin kuitenkin ottaa mukaan tutkimukseen, sillä he saivat korkeita pisteitä kommunikaation osalta, mutta sosiaalisen vuorovaikutuksen osalta pisteet jäivät alhaisiksi. Lisäksi kehitysvammapoliklinikan asiantuntija-arvioissa autistinen käyttäytyminen arvioitiin vähäiseksi. Kehitysviiveisten lasten ryhmä vertaistettiin autististen lasten ryhmän kanssa iän, sukupuolen ja kehitystason mukaan.

Lopullisista analyyseistä jäi pois yksi autistinen lapsi, joka keskeytti seurantatutkimuksen aikaisemmassa vaiheessa. Yksi autistinen lapsi ei suostunut pitämään elektrodiverkkoa päässään. Lisäksi pois jäi yksi autistinen lapsi, jolle ei tehty orientaatiotehtävää, koska tutkimustilanteessa tutkimusärsykkeen todettiin olevan kyseiselle tutkittavalle liian intensiivinen. Lopullisesta analyysistä jäi vielä pois seitsemän autistista lasta, koska heiltä ei saatu kerättyä riittävästi koekierroksia (2 suoran katseen, 2 sivuun suunnatun katseen -tilannetta).

Tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmästä jäi lopullisesta aineistosta pois kolme lasta heidän keskeytettyään seurantatutkimuksen aikaisemmassa vaiheessa. Kehitysviiveisten lasten ryhmästä jäi lopullisesta aineistosta pois seitsemän lasta heidän keskeytettyä seurantatutkimuksen aikaisemmassa vaiheessa. Lisäksi neljältä ei saatu kerättyä riittävästi onnistuneita koekierroksia.

Aineiston analyysivaiheeseen jäi lopulta 10 autistista, 17 tyypillisesti kehittyvää ja 10 kehitysviiveistä lasta. Analyysivaiheesta pois jääneet eivät eronneet analyyseihin mukaan otetuista iän [$t(46) = .071, p = .944$] eikä kehitystason [$t(29) = -0.322, p = .750$] osalta. Taulukossa 1 on esitetty analyysivaiheeseen mukaan otettujen koehenkilöiden taustatiedot.

Ärsykkeet ja kokeen kulku

Tutkimus toteutettiin Tampereen yliopiston Human Information Processing -laboratoriossa Tampereen yliopistossa aikavälillä 12/2014 – 5/2017. Laboratoriotutkimus koostui kolmen tehtävän sarjasta, joista tässä tutkimuksessa analysoidaan yksi tehtävistä.

Tutkimuksen aluksi koehenkilöille ja heidän vanhemmilleen kerrottiin kokeen kulku ja esiteltiin laboratoriotilat. Autististen lasten opastamisessa käytettiin hyväksi myös kuvakortteja. Kokeen kulku oli kokonaisuudessaan suunniteltu siten, että siinä huomioitiin autististen lasten tarpeet. Ennen kokeen aloitusta tutkittavien lasten vanhemmat saivat myös kirjallista tietoa tutkimuksesta. Tämän jälkeen lasten vanhemmat allekirjoittivat suostumuksensa tutkimukseen osallistumisesta. Kokeen kulun esittelyn jälkeen koehenkilöiden päänympäryys mitattiin oikean kokoista elektrodiverkkoa varten. Tämän jälkeen koehenkilöä pyydettiin istumaan ja hänelle kiinnitettiin rintakehään kaksi kappaletta sykettä mittaavia tarraelektrodeja (Kendall 40 mm). Heidät asetettiin istumaan n. 60 senttimetrin päähän näytöstä, jolta tehtävät esitettiin. Lisäksi heidät aseteltiin siten, että heidän silmänsä olivat näytön keskellä. Laboratorion valaistusta himmennettiin ja huone pyrittiin pitämään mahdollisimman hiljaisena kokeen ajan. Valaistuksen himmentämisen jälkeen silmänliikekamera kalibroitiin. Koehenkilöitä ohjannut tutkija istui koehenkilön takana ohjeistamassa. Muut tutkijat ja vanhemmat istuivat samassa huoneessa verhon takana siten, ettei koehenkilöllä ollut heihin näköyhteyttä. Muut kokeeseen osallistuneet tutkijat seurasivat kokeen etenemistä videokuvan ja tietokoneiden monitoreiden avulla. Alkuvalmisteluiden jälkeen koehenkilöt suorittivat kokeen ensimmäisen tehtävän, jota tässä tutkimuksessa ei analysoida.

Ensimmäisen tehtävän jälkeen koehenkilöille tuli lyhyt tauko tehtävistä. Tauon aikana suoritettiin valmistelut EEG-mittausta varten. Koehenkilöille kerrottiin EEG:n mittaavan aivojen sähköistä toimintaa. Koehenkilöiden päähän asetettiin elektrodiverkko EEG-aktivaation mittaamista varten, ja halukkaat saivat vielä katsoa tietokoneen näytöltä, minkälaista aktivaatiota EEG-mittaus tuottaa. Elektrodiverkon asettamisen jälkeen elektrodiverkon kanavien impedanssit tarkistettiin tietokoneelta ja tarvittaessa niitä korjailtiin elektrodiliuoksen ja myssyn uudelleenasettelun avulla. Tarkistuksen jälkeen heidät asetettiin uudelleen istumaan n. 60 senttimetrin päähän näytöstä ja heitä pyydettiin kohdistamaan katseensa näytön keskelle. Lopuksi koehenkilöille annettiin käsiin kaksi painiketta, joista toisessa oli dinosauruksen ja toisessa robotin kuva. Koehenkilöitä ohjeistettiin istumaan rauhallisesti ja hiljaa paikallaan sekä katsomaan näyttöä. Laboratorion valaistus himmennettiin uudelleen tehtävää varten. Valmistelujen jälkeen aloitettiin kokeen toinen osa, jossa mitattiin koehenkilöiden EEG-aktivaatiota katseen havaitsemisen yhteydessä.

Taulukko 1. Taustatiedot.

Muuttujat		Autistiset (n = 10)	Tavanomaisesti kehittyneet (n = 17)	Kehitysviiveiset (n = 10)
Sukupuoli: poikia/tyttöjä		10/0	14/3	8/2
Kronologinen ikä (vuosina): ka (kh) [vv]		6,4 (1,2) [4,7 – 8,3]	6,3 (0,9) [4,5 – 8,4]	6,8 (0,8) [5,7 – 8,1]
Kehitystaso (älykkyyssosamäärä): ka (kh) [vv]		60,8 (15,6) [42 – 89]		59,2 (5,1) [52 – 68]
ADOS-2: ka (kh) [vv]	Vertailupisteet (8-10 = korkea oireiden taso)	7,7 (1,3) [6 – 10]		
ADI-R: ka (kh) [vv]	Vastavuoroinen sosiaalinen vuorovaikutus (raja-arvo = 10)	20,6 (6,9) [10 – 28]		
	Kommunikaatio Puhuvat (n = 3, raja-arvo = 8)	14,7 (0,6) [14 – 15]		
	Ei-puhuvat (n = 7, raja-arvo = 7)	12,6 (2,6) [7 – 14]		
	Rajoittunut, toistava käyttäytyminen (raja-arvo = 3)	7,7 (2,2) [5 – 12]		
	Poikkeavan kehityksen ilmenemisikä	3,5 (0,7) [3 – 5]		
SCQ: ka (kh) [vv]			3,1 (2,1) [1 – 7]	8,3 (5,7) [2 – 18]

ka = keskiarvo, kh = keskihajonta, vv = vaihteluväli, ADOS-2 = Autism Diagnostic Observation Schedule 2, ADI-R = Autism Diagnostic Interview-Revised, SCQ = Social Communication questionnaire

Aivosähkökäyrää mittaavassa tehtävässä koetilanne eteni siten, että ensimmäisessä vaiheessa ruudulle ilmestyi kukka. Se toimi kohdistusärsykkeenä, johon koehenkilöiden odotettiin kohdistavan katseensa. Kun tutkija havaitsi monitoreiden välityksellä lapsen katseen kohdistuneen kukkaan, hän käynnisti koekierroksen manuaalisesti. Katseen kohdistamisen ja koekierroksen manuaalisen käynnistämisen jälkeen ruudulle ilmestyi 2 sekunnin ajaksi kuva, jossa ärsykekasvojen silmät olivat suunnattu alaviistoon ja kasvot olivat kääntyneenä koehenkilöön nähden vasemmalle sivuun. Kahden sekunnin kuluttua näytölle vaihtui ilman viivettä kuva, jossa ärsykekasvojen silmät nousivat joko kohti (suora katse) tai vasemmalle sivuun koehenkilöstä nähden. Tätä kuvaa esitettiin 3 sekunnin ajan, jonka jälkeen kuva vaihtui ilman viivettä seuraavaan. Viimeisessä vaiheessa ärsykekuvien kasvot vielä kääntyivät suoraan katseen jäädessä edellisessä vaiheessa olevaan asemaan. Viimeistä kuvaa esitettiin vielä sekunnin ajan, jonka jälkeen näytölle ilmestyi joko dinosauruksen tai robotin kuva, jolloin koehenkilön oli painettava vastaavaa painiketta. (kuva 1) Painikkeen painallus käynnisti lyhyen äänimerkin ja animaation, jossa dinosauruksen tai robotin kuva kiertyi spiraalimaisesti ja katosi näkyvistä. Painikkeen painaminen ei vaikuttanut kokeeseen, vaan sen tarkoitus oli toimia koehenkilön viihdykkeenä ja vireystilan ylläpitäjänä. Yhden koekierroksen kesto oli n. 10 sekuntia. Näytön muututtua mustaksi tutkija käynnisti uuden koekierroksen manuaalisesti.



Kuva 1. Yhden identiteetin ärsykekasvot ja kokeen kulku sivuun ja suoraan suunnatun katseen tilanteissa

Ärsykkeinä käytettiin kolmen naishenkilön kasvoista otettuja digitaalisia valokuvia. Henkilöiden ilmeet olivat neutraaleja. Kuvat otettiin viidestä erilaisesta tilanteesta. Yhdessä ärsykehenkilöiden silmät olivat suunnattu alas ja kasvot kääntyneet 45° oikealle tai vasemmalle. Toisessa tilanteessa ärsykekasvot olivat edelleen kääntyneenä 45°:n kulmassa oikealle tai vasemmalle, mutta nyt silmät olivat suunnattu joko kohti (suora katse) havaitsijaa tai sivuun. Viimeisessä tilanteessa kasvot olivat suunnattu kohti havaitsijaa ja katse oli suunnattu joko kohti tai sivuun. Kasvojen alueen kontrolloimiseksi jokaisesta koehenkilöstä käytettiin vain yhtä kuvaa, joissa kasvot olivat kääntyneet joko kohti tai sivuun. Lisäksi näihin kuviin liitettiin erikseen yhdestä kuvasta joko kohti tai sivuun suunnatut silmät, silmien alueen kontrolloimiseksi.

Jokaiselle koehenkilölle esitettiin 24 koekierrosta. Jokainen koehenkilö näki 12 suoran katseen ja 12 käännetyyn katseen tilannetta. Koeasetelma oli muodostettu vielä siten, että se muodostui 4 blokista, joista jokainen sisälsi kuusi koekierrosta. Näissä kuudessa koekierroksessa esiintyi kaikki kolme kasvojen identiteettiä, ja heidät esitettiin molemmissa katsetilanteissa (suora, käännetty). Ärsykekasvojen esittämisjärjestys oli satunnaistettu jokaiselle koehenkilölle erikseen.

Tehtävien esittämiseen käytettiin Mac Pro -tietokonetta ja MatLab R20141 -ohjelmistoa. Silmän liikkeitä rekisteröitiin Tobii-TX 300 -silmänliikekameralla, joka oli kiinnitettynä tehtäviä esittävän näytön alareunaan. Silmänliikkeitä seurattiin kokeen aikana, jotta voitiin varmistua, että koehenkilöt ovat kohdistaneet katseensa näytölle. Silmänliikkeistä kertynyttä aineistoa ei kuitenkaan hyödynnetty tässä tutkimuksessa. Näytön yläreunaan oli kiinnitetty Canon ZR960 -videokamera, joka kuvasi ja nauhoitti koehenkilöitä tehtävien ajan. Videot tallennettiin iMovie 9.0.4 -ohjelmistolla (Apple, Inc.). Videoita hyödynnettiin paitsi kokeen aikana, myös myöhemmin analyysissä, sillä niistä tarkastettiin koehenkilöiden liikkumista ja kokeen aikaista toimintaa.

EEG-laitteisto ja mittaaminen

Ennen kokeen alkua jokaiselta koehenkilöltä mitattiin päänympäryys oikean kokoisen elektrodiverkon valitsemiseksi. Aivosähkökäyrää rekisteröitiin Electrical Geodesicin 128-kanavaisella Hydrocel Geodesic Sensor Net -elektrodiverkolla. Päänympäryksen mittaamisen jälkeen elektrodiverkko upotettiin lämmitettyyn elektrolyyttiliuokseen viideksi minuutiksi sähkönjohtavuuden parantamiseksi. Kokeen ensimmäisen osion jälkeen elektrodiverkko otettiin elektrolyyttiliuoksesta ja asetettiin koehenkilön päähän. Kun verkko oli asetettu koehenkilölle, suoritettiin impedanssimittaus

ja tarvittaessa korjattiin elektrodiverkkoa impedanssien saamiseksi alle 100 k Ω :n. Impedanssien tarkistamisen jälkeen aloitettiin kokeen seuraava osio, jossa EEG-aineisto kerättiin.

EEG-signaali rekisteröitiin koko pään alueelta. Sen vahvistamiseen käytettiin Net Amps 400 - vahvistinta ja signaali vahvistettiin 5000-kertaiseksi. Näytteenottotaajuutena käytettiin 250 Hz 0,3 Hz:n ylipäästösuodattimella. Referenssielektrodina käytettiin ylhäältäpäin katsottuna pään keskellä sijainnutta Cz-elektrodia. Aineiston digitalisoimiseen käytettiin NetStation 5.4.1 -ohjelmistoa Mac Pro -tietokoneella ja se digitalisoitiin ja tallennettiin Mac Pro -tietokoneen kovalevylle analyysija varten. Jokaisen koehenkilön aineisto tallennettiin omaksi tiedostokseen.

Aineiston esikäsittely

Analyysivaiheeseen jokaiselta koehenkilöltä valittiin kolme elektrodia vasemman- ja oikeanpuoleisesti siten, että ne vastasivat aiemmin käytössä olleen 10-20-järjestelmän frontaalisia F3 ja F4 -kanavia (Davidson ym., 1990). Lasten ohjaamisen vaikeuden vuoksi jokaisen koehenkilön kohdalla EEG-verkon asettelu tarkistettiin videolta. Videoanalyysissa havaittiin, että yhdellä autistisella, neljällä tyypillisesti kehittyvällä ja kolmella kehitysviiveisellä lapsella, EEG-verkon asettelussa oli epätarkkuutta. Näiden videoiden perusteella lapsille valittiin uudet elektrodit vastaamaan F3 ja F4 -kanavien alueita sen mukaan, oliko myssy liian ylhäällä yksi tai kaksi senttimetriä, tai vinossa oikealle tai vasemmalle yksi tai kaksi senttimetriä. Lopulliseen analyysiin mukaan otettiin vasemmalta elektrodit 23, 24, 26, 27, 28. Näistä yleisin elektrodikolmikko oli 24, 27, 28 ($n = 30$). Oikealta mukaan otettiin elektrodit 2, 3, 117, 123, 124. Näistä yleisin elektrodikolmikko oli 117, 123, 124 ($n = 30$).

Aineiston esikäsittelyn ensimmäisessä vaiheessa jokaisen koehenkilön videotallenteet käytiin silmäämääräisesti lävitse. Videoanalyysi suoritettiin ELAN 5.1-ohjelmistolla. Ohjelmiston avulla merkittiin ylös kaikki koekierrokset, joissa oli selkeästi havaittavissa EEG-signaaliin vaikuttavia häiriötekijöitä. Videoanalyysin perusteella karsittiin koekierrokset, joissa koehenkilöt selkeästi liikkuvat (pään, käsien- sekä kasvojen alueen liikkeet), katselivat muualle kuin näyttöä kohti tai räpyttelivät silmiä. Puheen ei katsottu haittaavan, jos puheen asiasisältö liittyi tehtävään ja lapsi vaikutti keskittyvän tehtävään. Kaikki videoanalyysissa ilmenneet koekierrokset ja niissä ilmenneet häiriöt tallennettiin erilliseen tiedostoon aineiston esikäsittelyn seuraavaa vaihetta varten.

Seuraavassa vaiheessa aineiston esikäsittely tehtiin MATLAB R2018a -ohjelmistolla hyödyntäen MATLAB-alustalla toimivia eegtool 1.037 ja eeglab4_1_2b -kirjastoja. Ensimmäisessä

vaiheessa aineistolle ajettiin eeglab4_1_2b-kirjastoa hyödyntävä esikäsittely. Alkuperäisen suunnitelman mukaan aineisto oli tarkoitus epokoida neljän sekunnin aikaikkunoiksi (-2000 ms – 2000 ms), mutta videoanalyysin perusteella näin pitkällä aikaikkunalla aineisto olisi karsiutunut entistä pienemmäksi. Niinpä tässä tutkimuksessa päädyttiin kahden sekunnin aikaikkunoihin. Kukin aikaikkuna luotiin siten, että ne jakautuivat symmetrisesti katseen nousemisen hetken molemmiin puolin (-1000 ms – 1000 ms) (Kaatiala, Yrttiaho, Forssman, Perdue, & Leppänen, 2013). Toisessa sekunnin ajanjaksossa ärsykekuvan katse oli suunnattu alaviistoon, ja toisessa joko suoraan tai sivulle. Epokoinnin lisäksi aineistolle tehtiin 40 Hz alipäästösuodatus sekä alustava artefaktasuodatus, jossa yli 500 mikrovoltin (μV) amplitudeja sisältäneet kanavat hylättiin analyysistä. Lisäksi kaikkien kanavien EEG-signaali uudelleenreferoitiin käyttäen kaikkien kanavien keskiarvoa.

Seuraavaksi EEG-aineistolle tehtiin ICA (Independent Component Analysis, ICA) -analyysi, jonka perusteella EEG-signaalista poistettiin silmänliikkeiden, -räpäytysten ja sydämen sykkeen aiheuttamat artefaktat (Delorme & Makeig, 2004). Tämän jälkeen aineistolle ajettiin vielä MATLAB-ohjelmiston eegtool 1.037-kirjastoa hyödyntäen esikäsittely, jossa tehtiin uudelleen amplitudikorjaus (Kaatiala ym., 2013). Tällä kertaa aineistolle tehtiin uusi referenssikorjaus ja 150 μV :n ylittäneille kanaville tehtiin interpolointi, jossa yli 150 μV :n arvoja sisältäville kanaville laskettiin uusi arvo viereisten kelvollisten kanavien arvoista. Mikäli yli 150 μV arvoja ylittäneitä kanavia oli koekierroksessa yli 17, kyseinen koekierros hylättiin analyysistä. Lopuksi esikäsittelyssä aineistolle tehtiin jokaiselle kahden (-1000 ms – 1000 ms) sekunnin aikaikkunalle vielä perustasokorjaus, jossa vähennettiin koko aikaikkunan EEG:n keskiarvo jokaisesta mitatusta pisteestä.

Seuraavaksi aineistolle tehtiin eegtool-kirjaston eegtoolAnalysis-toiminnolla Fast Fourier -muunnos (FFT), jolla EEG-signaali saatiin muutettua aikatasosta taajuustasoon (Kaatiala ym., 2013). FFT-muunnoksessa laskettiin alfa-aktiviteetin tehon (μV^2) keskiarvo ärsykkeen esittämisen jälkeiselle ajanjaksolle (1000 ms), jossa katse oli joko sivuun tai suoraan. Alfa-aktiviteetin taajuuskaistaksi valittiin 6-10 Hz, jota on aiemmissa tutkimuksissa käytetty 3-5 vuotiaiden lasten alfataajuuden määrittelyssä (Marshall, Bar-Haim, & Fox, 2002).

Viimeisessä vaiheessa jokaiselle koehenkilölle laskettiin kolmen elektrodin alfa-aktiviteetin keskiarvot oikealta ja vasemmalta puolelta molemmissa ärsyketilanteissa (katse kohti/sivuun). Keskiarvoille suoritettiin luonnollinen logaritmimuunnos (ln) jakauman normalisoimiseksi. Lopuksi molemmille ärsyketilanteille laskettiin suhteellinen alfa-asymmetria-arvo vähentämällä oikeanpuoleisesta ln-muunnetusta arvosta vasemmanpuoleinen ln-muunnettu arvo. Koska alfa-aktiviteetti on kääntäen verrannollinen kortikaaliseen aktivaatioon, niin pienemmät alfa-aktiviteetin arvot tarkoittavat korkeampaa kortikaalista aktivaatiota (Allen, Coan, & Nazarian, 2004). Näin ollen

vähentämällä oikeanpuoleisista alfa-aktivaatioista vasemmanpuoleiset, kertoo positiiviset luvut suhteellisesta vasemmanpuoleisesta kortikaalisesta aktivaatiosta ja negatiiviset luvut puolestaan suhteellisesta oikeanpuoleisesta kortikaalisesta aktivaatiosta.

Koekierroksia näytettiin koehenkilöille yhteensä 24 kappaletta. Analyysiin otettiin mukaan kaikki koehenkilöt, joilta artefaktakorjauksen ja aineiston esikäsittelyn jälkeen jäi jäljelle vähintään kaksi hyväksyttyä koekierrosta kummastakin ärsyketilanteesta (sivuun suunnattu/suora katse). Keskimäärin hyväksyttyjä koekierroksia esitettiin koehenkilöille 12 kappaletta. Autististen lasten ryhmässä hyväksyttyjä koekierroksia oli keskimäärin 10 kappaletta, tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä 14 ja kehitysviiveisten lasten ryhmässä 10 kappaletta. Yksisuuntaisessa varianssianalyysissä esiin tulee ryhmien välisiä eroja [$F(2, 34) = 5.042, p = .012, \eta_p^2 = .229$]. Riippumattomien otosten t-testillä havaitaan, että autististen ja kehitysviiveisten lasten ryhmien välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa ($p = .955$), mutta autististen ja tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmien ($p < .05$) sekä tyypillisesti kehittyvien ja kehitysviiveisten lasten ryhmien välillä ($p < .05$) oli tilastollisesti merkitsevä ero.

Tilastolliset analyysit

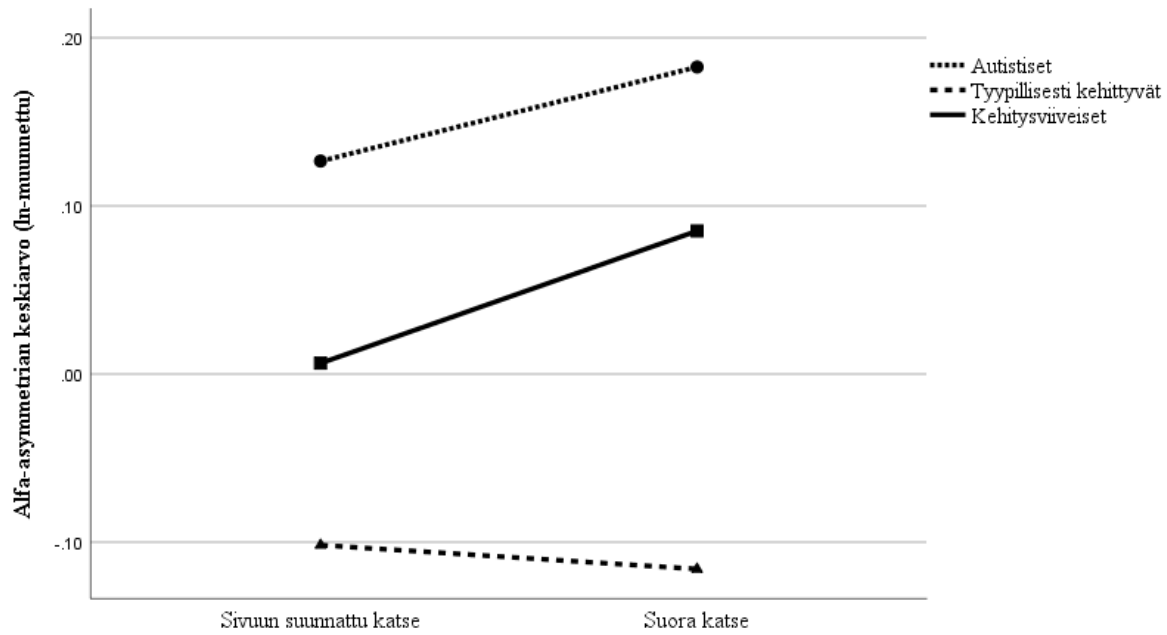
Tilastollisiin analyyseihin käytettiin IBM SPSS Statistics 25 -ohjelmistoa. Tilastollisena menetelmänä käytettiin 2 x 3 toistettujen mittausten varianssianalyysiä. Toistotekijänä oli alfa-aktiiviteetin suhteellinen jakautuminen (oikea/vasen) suoran ja sivuun käännetyin kasvojen tilanteissa. Lohkotekijänä oli ryhmä (autistiset, tyypillisesti kehittyvät ja kehitysviiveiset lapset). Ryhmittäin tutkittuna kaikki analysoitavat muuttujat noudattivat normaalijakaumaa (Shapiro-Wilk: autistisilla, tyypillisesti kehittyvillä ja kehitysviiveisillä $p > .05$). Täten tutkimuksessa päädyttiin parametristen menetelmien käyttämiseen. Tulokset tulkittiin sfäärisyysoletuksen mukaisesti, sillä yhdellä toistotekijällä ei pystytty määrittämään aineiston sfäärisyyttä. Tilastollisen merkitsevyyden kriittisenä p -arvona käytettiin alle .05 p -arvoja.

Suoran katseen tilanteessa oli tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä viisi poikkeavaa arvoa, jotka poikkesivat keskiarvosta vähintään 1,5 keskihajonnan verran. Näiden poistaminen ei kuitenkaan merkitsevästi vaikuttanut tuloksiin [$t(27) = 0.364, p = .719$], joten myös poikkeavat arvot otettiin mukaan lopulliseen analyysiin. Parittaisvertailuissa käytettiin t-testejä ja keskityttiin sekä ryhmien välisiin että sisäisiin vertailuihin.

TULOKSET

Alfa-asymmetrian voimakkuutta tutkittiin vertailemalla alfa-aktivaation suhteellisen jakautumisen (oikeapuoleinen ln-muunnetun tehon arvo – vasemmanpuoleinen ln-muunnetun tehon arvo) keskiarvoja ryhmien välillä. Kuviossa 1 on esitetty kaikkien ryhmien alfa-asymmetrian (6-10 Hz) keskiarvot eri ärsyketilanteissa. Varianssianalyysin tulokset osoittivat, että ryhmällä oli tilastollisesti merkitsevä päävaikutus alfa-asymmetrian suhteelliseen voimakkuuteen [$F(2, 34) = 3.531, p = .040, \eta_p^2 = .172$]. Ryhmän ja katsesuunnan välistä tilastollisesti merkitsevää yhdysvaikutusta tutkimuksessa ei kuitenkaan tullut esiin [$F(2, 34) = 0.798, p = .458, \eta_p^2 = .045$]. Vaikka yhdysvaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä, haluttiin tässä tutkimuksessa kuitenkin tarkastella mahdollisia ryhmien eroja katsesuunnittain. Riippumattomien otosten t-testillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero autististen ja tyypillisesti kehittyvien lasten alfa-asymmetrian suhteellisessa voimakkuudessa suoran katseen tilanteessa [$t(25) = 2.745, p = .011$]. Autistisilla lapsilla alfa-asymmetria oli jakautunut voimakkaammin vasemmalle puolelle ($ka = .183, kh = .255$) ja tyypillisesti kehittyvillä lapsilla puolestaan voimakkaammin oikealle puolelle ($ka = -.116, kh = .283$). Tyypillisesti kehittyvien ja kehitysviiveisten lasten ($ka = .085, kh = .068$) alfa-asymmetrian voimakkuuksissa ($p = .064$) ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa, mutta tulos oli viitteellinen. Myös kehitysviiveisten lasten ryhmässä alfa-asymmetria oli suhteellisesti vasemmanpuoleista suoran katseen tilanteessa. Autististen ja kehitysviiveisten lasten alfa-asymmetrian voimakkuuksissa ($p = .366$) ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroavaisuutta suoran katseen tilanteessa.

Sivuun suunnatun katseen tilanteissa ei ryhmien välillä tullut esiin tilastollisesti merkitseviä eroja. Sivuuun suunnatun katseen tilanteessa autististen ($ka = .127, kh = .344$) ja tyypillisesti kehittyvien lasten ($ka = -.102, kh = .304$) ryhmien välillä oli viitteellinen ero ($p = .084$). Autistisilla lapsilla alfa-asymmetria oli suhteellisesti vasemmanpuoleista ja tyypillisesti kehittyvillä suhteellisesti oikeanpuoleista. Autististen ja kehitysviiveisten lasten ($ka = .006, kh = .183$) ryhmässä ei sivuun suunnatun katseen tilanteessa tullut esiin tilastollisesti merkitsevää eroa ($p = .342$). Myös kehitysviiveisillä lapsilla alfa-asymmetria oli suhteellisesti vasemmanpuoleista. Tyypillisesti kehittyvien ja kehitysviiveisten lasten ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa sivuun suunnatun katseen tilanteessa ($p = .318$). Varianssianalyysillä tarkasteltaessa tilastollisesti merkitsevää katsesuunnan päävaikutusta ei tullut esiin [$F(1, 34) = 1.406, p = .244, \eta_p^2 = .040$].



Kuvio 1. Keskimääräiset alfa-asymmetrian (6-10 Hz) arvot (μV^2) ryhmittäin eri katsetilanteissa.

POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, eroaako frontaalinen alfataajuinen aktivaatio autististen sekä tyypillisesti kehittyvien ja kehitysviiveisten lasten välillä tilanteissa, joissa havaittu katse oli joko sivuun tai kohti suunnattu. Frontaalisen alfa-aktivaation tiedetään olevan yhteydessä lähestymis- ja välttämismotivaatioon siten, että suhteellinen vasemmanpuoleinen alfataajuinen asymmetria viittaa lähestymismotivaatioon ja suhteellinen oikeanpuoleinen alfataajuinen asymmetria puolestaan välttämismotivaatioon (Davidson, 2004; Harmon-Jones, 2003; Harmon-Jones, 2004). Menetelmänä käytettiin koeasetelmaa, jossa koehenkilöt katsoivat tietokoneen ruudulta kasvojen kuvia, joissa aluksi katse on suunnattu alaviistoon, mutta hetken kuluttua suuntautuu joko kohti tai sivuun koehenkilöstä. Tutkittavat olivat 4 – 8 -vuotiaita autistisia lapsia sekä vertailuryhmään kuuluvia tyypillisesti kehittyviä ja kehitysviiveisiä lapsia.

Tutkimuksen päätulokset

Tässä tutkimuksessa havaittiin, että EEG-menetelmällä mitatussa frontaalissa alfa-asymmetriassa ei ollut havaittavissa katsesuunnan ja ryhmien välistä tilastollisesti merkitsevää yhdysvaikutusta. Tämä tutkimuksen tulokset eivät tukeneet tässä tutkimuksessa tehtyä oletusta, että tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä esiin tulisi autistisia lapsia voimakkaampaa lähestymismotivaatioon viittaavaa suhteellista vasemmanpuoleista alfa-asymmetriaa suoran katseen tilanteessa. Yhdysvaikutuksen puuttumisen takia myös tutkimuksen toiseen pääoletukseen frontaalisen alfa-asymmetrian jakautumisesta autististen lasten ryhmässä on syytä suhtautua varauksella. Tutkimuksessa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ryhmän päävaikutus suhteelliseen alfa-asymmetrian jakautumiseen. Tästä syystä tutkimuksessa tarkasteltiin myös ryhmäeroja eri katsetilanteissa.

Autististen lasten ryhmässä katsetilanteiden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa, mikä viittaa siihen, etteivät autistiset lapset kokeneet suoraa katsetta sivuun suunnattua katsetta motivoivampana. Tämä tulos antaa tukea alivirittyneisyshypoteesille ja tämän tutkimuksen oletuksille. Aikaisempien tulosten perusteella autististen lasten on havaittu suhtautuvan kohti suunnattuun katseeseen joko välinpitämättömästi, tai jopa välttelevän sitä aktiivisesti (Kylliäinen ym., 2012). Tuloksiin on kuitenkin suhtauduttava varauksella, sillä molemmissa katsetilanteissa autististen lasten ryhmässä frontaalinen alfa-asymmetria oli suhteellista vasemmanpuoleista lähestymismotivaatioon viittaavaa. Lisäksi tässä tutkimuksessa ryhmien väliset erot jäivät parittaisvertailussa pieniksi. Ainostaan autististen ja tyypillisesti kehittyvien lasten välillä suoran katseen tilanteessa oli tilastollisesti merkitsevä ero. Tämä ero oli vielä oletusten vastaisesti siten, että autistisissa lapsissa suora katse aiheutti tyypillisesti kehittyviin lapsiin nähden voimakkaamman vasemmanpuoleisen lähestymismotivaatioon viittaavan vasteen. Aikaisempien tutkimusten perusteella kasvoärsykkeen on havaittu aiheuttavan tyypillisesti kehittyvissä lapsissa autistisia lapsia voimakkaamman lähestymismotivaatioon viittaavan frontaalisen vasteen (Kylliäinen ym., 2012). Kokonaisuudessa tutkimuksen tulokset viittaavat siihen suuntaa, että tutkimuksessa käytetty ärsyke ei ollut syytä tai toisesta riittävän voimakas saamaan aikaan motivaatioon liittyviä aivovasteita missään ryhmässä.

Kehitysviiveisten lasten ryhmässä sekä sivuun suunnatun katseen että suoran katseen tilanteissa alfa-asymmetria oli vasemmanpuoleista, eli lähestymismotivaatioon viittaavaa. Kuvaajaa tarkastelemalla frontaalisen alfa-asymmetrian voimakkuudet olivat samansuuntaisia autististen lasten kanssa. Tämä viittaa siihen suuntaan, että suoran katseen aiheuttamassa poikkeavassa

motivaatiovasteessa olisikin kyse jostakin kehityksellisestä komponentista sen sijaan, että kyseessä olisi autismille tyypillinen piirre. Tuloksin kanssa on kuitenkin syytä olla erittäin varovainen, sillä kehitysviiveisten lasten alfa-asymmetrian voimakkuudet eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi kummassakaan katsetilanteessa tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmästä. Jatkossa tätä tutkimuskysymystä on syytä tutkia tarkemmin, jotta saadaan lisätietoa siitä, onko poikkeava frontaalinen alfa-asymmetria autismille tyypillistä vai laajemmin yhteydessä tyypillisestä kehityksestä poikkeavaan kehityskulkuun.

Tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä tulokset eivät tukeneet tutkimuksen oletuksia. Tutkimuksessa tyypillisesti kehittyvien lasten alfa-asymmetria arvot molemmissa ärsyketilanteissa viittasivat oikeanpuoleiseen, eli välttämismotivaatioon viittaavaan vasteeseen. Aikaisemmissa tutkimuksissa suoran katseen on todettu aiheuttavan lähestymismotivaatioon viittaavan vasemmanpuoleisen frontaalisen alfa-asymmetriavasteen (Kylliäinen ym., 2012). Tämän tutkimuksen tulokset olivat siis päinvastaiset. Havaittuihin eroihin voi olla useampia selittäviä tekijöitä. Kylliäinen ym. (2012) käyttivät tutkimuksessaan ärsykkeinä kuvia kasvoista, jotka liikkuvat kohti koehenkilöä samalla kun kuvien silmät olivat joko kiinni tai auki. Tässä tutkimuksessa käytetyt kuvat kasvoista saattoivat olla liian staattisia, ja tästä syystä tulokset olivat erilaiset. Kasvojen dynaamisuuden vähäisyys ja subjektiivisesti havaitun vuorovaikutuksellisuuden puute saattoi vaikuttaa siihen, etteivät mentalisaatio- ja motivaatioprosessit käynnistyneet (Hietanen ym., 2008; Myllyneva & Hietanen, 2015). Mahdollista on myös, etteivät edellä mainitut mentalisaatio- ja motivaatioprosessit ehtineet käynnistymään 1000 ms kuluttua ärsykekuvan esittämisestä, ja tarvitaankin pidempi aika siihen, että kyseiset vasteet tulevat esiin.

Tässä tutkimuksessa tutkittiin lapsia, joista osa oli autistisia ja kehitysviiveisiä. Heidän kohdallaan on mahdollista, että mentalisaatioprosessit kehittyvät hitaammin, eivätkä vielä 4-8 -vuoden iässä ole niin kehittyneet, että niitä olisi mahdollista mitata tämän tyyppisellä koeasetelmalla. Tämä ei kuitenkaan anna selitystä sille, miksi tyypillisesti kehittyvien lasten ryhmässä motivaatiovasteet eivät tulleet esiin. Mahdollista on myös sekin, että 4-8 -vuotiaiden lasten mentalisaatioprosessien kehittyminen on kaikissa ryhmissä vielä kesken. Tutkimusten perusteella tiedetään, että mm. 4-vuotiaiden ja 6-vuotiaiden mentalisaatiokyvyt ovat kehitystasoltaan erilaiset (Fonagy & Allison, 2012).

Yhtenä selvittävänä tekijänä on voinut olla myös se, että tarkasta videoanalyysistä huolimatta tutkittavien katse ei ollutkaan kohdistunut silmien alueelle. Etenkin autististen lasten osalta tämä on voinut korostua, kun tutkimukset osittain raportoivat autististen lasten välttelevän katsekontaktia (Baranek, 1999; Clifford ym., 2007; Maestro ym., 2005; Osterling & Dawson, 1994; Senju & Johnson, 2009).

Tutkimuksen vahvuudet ja rajoitukset

Tämän tutkimuksen vahvuutena on tutkimusasetelma, jossa autististen lasten frontaalista alfa-asymmetriaa tutkittiin koeasetelmalla, jossa vertailuryhmänä toimivat sekä tyypillisesti kehittyvät että kehitysviiveiset lapset. Tietävästi tutkimus on ensimmäinen laatuaan. Ottamalla kehitysviiveisten lasten ryhmä mukaan toiseksi vertailuryhmäksi saatiin tietoa siitä, eroaako autististen lasten frontaalinen alfa-asymmetria kehitysviiveisten lasten vasteista katseen havaitsemisen yhteydessä. Tämän tiedon avulla saatiin lisätietoa siitä, onko havaitun katseen aiheuttamat frontaaliset alfa-asymmetriavasteet autismille tyypillisiä, vai onko kyseessä yleisemmin tyypillisestä kehityksestä poikkeava piirre.

Toisena vahvuutena on tutkimuksessa käytetyt ärsykkeet. Aikaisemmissa tutkimuksissa ärsykkeinä on käytetty oikeita kasvoja (Hietanen ym., 2008) sekä kohti liikkuvia kuvia kasvoista, joissa silmät ovat joko kiinni, normaalisti auki tai normaalia enemmän auki (Kylliäinen ym., 2012). Tässä tutkimuksessa esitettiin kuvia kasvoista. Lisäksi ärsykekuvista kontrolloitiin liike muuten kuin silmien pupillien osalta. Näin ollen voidaan olettaa, että havaitut muutokset frontaalisessa alfa-asymmetriassa johtuivat katseen suunnan muutoksesta. Aikaisemmissa tutkimuksissa on osoitettu juuri katseen olevan merkityksellinen tekijä mm. motivaatioiden ilmaisemisessa ja vuorovaikutuksellisuudessa (Nummenmaa, Hyönä, & Hietanen, 2009; Nummenmaa, 2011). Tutkimuksen tuloksiin suhteutettuna voi kuitenkin olla, että tutkimuksessa käytetty ärsyke oli vuorovaikutuksellisesti liian pelkistetty, minkä osalta tulokset jäivät odotetuista. Tämä voi myös vaihtoehtoisesti tarkoittaa sitä, että vuorovaikutuksen kokemiseen tarvitaan muitakin kasvojen alueella olevia ärsykeitä kuin pelkästään silmien pupillien suuntaaminen sivuun tai kohti.

Tutkimuksen keskeisin rajoittava tekijä oli otoksen pieni koko. Lopulliseen aineiston analyysiin päätyi 37 tutkittavaa, joista 10 oli autistista lasta, 17 tyypillisesti kehittyvää ja 10 kehitysviiveistä. Näin ollen pienessä otoskoossa voi korostua yksilöiden luonnollinen vaihtelu, joka osaltaan vaikutti tuloksiin huomattavan paljon. Lisäksi otoksessa on voinut sattumalta jäädä jokin systemaattista virhettä aiheuttava tekijä, joka korostui pienessä otoksessa mutta jäi piileväksi. Tutkimuksen otoskoko kuitenkin noudatti kliinisten erityisryhmien tutkimusten otoskokoa (esim. Kylliäinen & Hietanen, 2006; Kylliäinen ym., 2012; Maestro ym., 2005). Jatkossa otoskokoa on kuitenkin syytä kasvattaa paremman yleistettävyyden saavuttamiseksi.

Toinen otokseen liittyvä rajoittava tekijä oli tutkimuksen kato. Tutkimuksen alkaessa tutkittavia oli yhteensä 59, joista 20 oli autistisia, 20 tyypillisesti kehittyviä ja 19 kehitysviiveisiä lapsia. Osa tutkittavista keskeytti jossakin pitkittäistutkimuksen vaiheessa. Artefaktakorjaukset ja aineiston

esikäsittely karsi vielä entisestään analysoitavan aineiston määrää. Loppujen lopuksi alkuperäisestä otoksesta karsiutui edellä mainituista syistä noin kolmasosa. Katoa voi pitää otoskokoon nähden melko suurena, ja tämän seurauksena tuloksissa saattoi korostua yksilöllinen vaihtelu tai jokin systemaattinen virhe. Kolmas otokseen liittyvä rajoittava tekijä on sukupuolijakauma. Tähän tutkimukseen osallistuneista 86,5 % oli poikia ja 13,5 % tyttöjä. Populaatiossa on todettu autismin olevan noin neljä kertaa yleisempää pojilla kuin tytöillä (Amaral ym., 2011). Niinpä tämän tutkimuksen otos noudatti populaation jakaumaa vain karkeasti.

Tämän tutkimuksen osalta on myös mahdollista, että tulokset eivät tukeneet tutkimuksen oletuksia siitä syystä, että analyysissa käytetty aikaikkuna (1000 ms ärsykkeen jälkeen) oli syystä tai toisesta liian lyhyt, eivätkä mentalisaatio- ja motivaatioprosessit ehtineet aktivoitua. Tässä tutkimuksessa jouduttiin lopulta tyytymään lyhyempään aikaikkunaan (1000 ms), sillä pidemmällä aikaikkunalla jo valmiiksi pieni otoskoko olisi supistunut entisestään.

Mahdollista on myös, että vaikka tutkittavat katsoivat videoanalyysin perusteella silmien seudulle, niin näin ei kaikkien tutkittavien kohdalla olekaan ollut, ja tästä syystä motivaatiovasteet eivät ehtineet aktivoitua. Etenkin autististen lasten kohdalla tämä voi korostua (esim. Osterling & Dawson, 1994; Senju & Johnson, 2009). On myös mahdollista, että motivaatiovasteet eivät ehtineet aktivoitua siitä syystä, että osa tutkittavista katsoi ensin muualle ja vasta myöhemmin kohdisti katseensa silmiin, ja vasta sitten huomasi kohti suunnatun katseen. Videoanalyysin yhteydessä tarkistettiin, että tutkittavat olivat kohdistaneet katseensa näytölle, mutta katseen kohdistamisen tarkempi analyysi olisi vaatinut silmänliikekameran keräämää aineistoa.

Myös tutkittavien ikä on voinut vaikuttaa tämän tutkimuksen tuloksiin. Mentalisaatioprosessien tiedetään kehittyvän lapsuuden edetessä ainakin kuudenteen ikävuoteen asti (Fonagy & Allison, 2012). Näin ollen voi olla mahdollista, että kehitys tällä osa-alueella oli osalla tutkittavista vielä kesken. Ikäjakauman perusteella voidaan ainakin olettaa, että tutkittavien mentalisaatiokyvyt olivat vaihtelevia. Lisäksi tässä yhteydessä on hyvä huomioda se, että joidenkin tutkittavien kehitysikä ei vastannut kronologista ikää. Niinpä osalla tutkittavista motivaatiovasteet eivät välttämättä vielä kehityksellisistä syistä olleet riittävän kehittyneet ja tästä syystä tulokset jäivät oletetuista.

Myös alfakaistan valinta on voinut toimia rajoittavana tekijänä. Tyypillisesti lasten EEG-tutkimuksissa on käytetty 6 – 10 Hz taajuuskaistaa (Marshall ym., 2002). Alfa-kaistan on kuitenkin havaittu kasvavan lasten iän mukaan. 6 – 9 Hz taajuuskaista on havaittu olevan käytännöllinen ensimmäisen vuoden lopusta aikaiseen lapsuuteen. Iän myötä alfan taajuuskaista siirtyy korkeammalle, ja aikuisten tutkimuksissa käytetty alfaaajuus on 8-12 Hz. Tässä tutkimuksessa tutkittavien iät vaihtelivat 4 ja 8 välillä, joten 6-10 Hz taajuuskaista on voinut olla osalle tutkittavista liian leveä, etenkin jos huomioidaan tutkittavien kehityksellinen ikä.

Tutkimuksen tuloksissa saattoi näkyä myös autististen ja kehitysviiveisten lasten ohjaamisen hankaluus. Tiedetään että autistisilla ja kehitysviiveisillä lapsilla on jo lähtökohtaisesti jonkin verran vaikeuksia säädellä omaa käyttäytymistään (Adams & Jarrold, 2012; Bexkens ym., 2014). Vaikka tutkimuksen kesto oli enimmillään vain noin tunnin, niin osalle tutkittavista tutkimustilanteeseen oli haasteita keskittyä. EEG:n mittaamiseen vaadittavan elektrodiverkon asettelu vei aikaa ja siinä käytetty sähköjohtavuutta parantava elektrolyyttiliuos saattoi joillekin tutkittaville tuntua epämiellyttävältä. Nämä tekijät saattoivat aiheuttaa tutkittavissa ylimääräistä levottomuutta, joka näkyi EEG-signaalissa artefaktina.

Rajotteena voidaan jossain määrin myös pitää kontrolliärsykkeen (sivuun suunnattu katse) samankaltaisuutta koeärsykkeen (suora katse) kanssa. Koska kontrolliärsyke oli hyvin samanlainen koeärsykkeen kanssa, voi olla mahdollista, että tutkimuksessa mitattiin kasvojen havaitsemisen perustason alfa-asymmetriaa. Näin ollen katsetilanteiden välisiä eroja ei tällä asetelmalla olisi ollut edes mahdollista saada näkyviin. Tätä argumenttia puoltaa se, että kaikissa ryhmissä ärsyketilanteiden erot jäivät hyvin pieniksi. Toisena kontrolliärsykkeenä olisi voinut tässä tutkimuksessa käyttää alaviistoon suunnattua katsetta, jolloin jokaisen koekierroksen sisällä olisi voitu tarkastella muutosta alfa-asymmetriassa koe- ja kontrolliärsykkeen sekä kahden kontrolliärsykkeen välillä (kontrolliärsyke x koeärsyke / kontrolliärsyke x kontrolliärsyke). Tällöin jokaisen koekierroksen sisällä olisi saatu vertailutulos myös kahden kontrolliärsykkeen välillä. Myös kasvoista poikkeavan, sosiaalisesta vuorovaikutuksesta neutraalin, kontrolliärsykkeen käyttöä voisi harkita.

Jatkotutkimuksen tarpeet

Tässä tutkimuksessa saatiin tietoa autististen lasten frontaalisesta alfa-asymmetriasta verrattuna tyypillisesti kehittyviin ja kehitysviiveisiin lapsiin. Tuloksien tulkinnan kanssa on kuitenkin syytä olla varovainen, sillä katsetilanteen ja ryhmän välistä tilastollisesti merkitsevää yhdysvaikutusta ei tutkimuksessa tullut esiin. Alivirittyneisyshypoteesi sai varovaisesti tukea siinä mielessä, että autististen lasten ryhmässä ei tullut eroja esiin sivuun suunnatun ja suoran katseen tilanteissa. Huomioitava on kuitenkin se, että tilastollisesti merkitseviä eroja katsetilanteiden välillä ei tullut esiin tyypillisesti kehittyvien ja kehitysviiveistenkään lasten ryhmissä. Autististen lasten ryhmässä suoran katseen ärsyketilanteessa frontaalinen alfa-asymmetria viittasi lähestymismotivaatioon ja oli

voimakkaampaa kuin tyypillisesti kehittyvillä lapsilla, mikä on ristiriidassa aikaisempaan tutkimukseen (Kylliäinen ym., 2012).

Jatkossa aihetta olisikin syytä tutkia koeasetelmalla, jossa koe- ja kontrolliärsykkeet pysyvät samoina, mutta analysoitava aikaikkuna on pidempi kuin tässä tutkimuksessa. Niinpä aikaikkuna olisi syytä kasvattaa ainakin 2000 ms:iin ärsykkeen esittämisen jälkeen, jotta voidaan varmistua siitä, että motivaatioon liittyvät vasteet ehtivät aktivoitua. Mahdollisesti aikaikkunan kasvattaminen kontrolliärsykkeen ympärille (-2000 ms – 2000 ms) voi olla aiheellista, jotta alfa-asymmetriaa voidaan verrata koeärsykkeen ympärillä. Näin pystyttäisiin vertailemaan muutosta ennen ja jälkeen ärsykkeessä tapahtuvan muutoksen.

Aiheellista edellisen lisäksi on myös kasvattaa jatkotutkimuksissa otoskokoa, jotta tutkimuksen yleistettävyyks paranee. Mahdollisuuksien mukaan tulisi etsiä yhteistyömahdollisuuksia eri tutkimuslaitosten kanssa. Yhteistyötutkimuksessa eri tutkimuslaboratorioissa kerättäisiin aineistoa samalla tutkimusasetelmalla. Näin otoskokoa saataisiin kasvatettua, joka lisäisi tulosten yleistettävyyttä. Jatkossa on syytä miettiä otoksen ikäjakaumaa. Varsinkin pienten lasten alfataajuudessa kaistassa saattaa olla jonkin verran vaihtelua (Marshall ym., 2002), joka voi osaltaan vaikuttaa tuloksiin. Niinpä jatkotutkimuksissa voitaisiin määritellä tutkittaville yksilöllisemmin iänmukaisesti alfataajuus väliltä 6-12 Hz. Myös yksilöllisen alfapiikin määrittelemisen jollakin kasvoärsykkeellä, jonka tiedetään aktivoivan motivaatiovasteet, voisi tulla kyseeseen. Näin saataisiin määriteltyä yksilöllinen alfataajuus ja kontrolloitua alfataajuuden aiheuttamaa epävarmuutta.

Tässä tutkimuksessa ei tullut esiin ryhmien sisäisiä eroja ärsyketilanteiden välillä. Tämä voi viitata puutteellisen aikaikkunan lisäksi myös ärsykkeeseen. Hietasen ym. (2008) tutkimuksessa motivationaalisiiin tekijöihin viittaavat frontaaliset vasteet heräsivät tilanteissa, joissa koehenkilöt katselivat oikeita kasvoja, mutta eivät tilanteissa, joissa koehenkilöt katselivat kuvia kasvoista. Tämän perusteella myös tässä tutkimuksessa käytetyt ärsykkeet ovat saattaneet olla liian staattisia motivaatiovasteiden heräämiseksi. Mahdollista on myös se, että sivuun suunnattu ja suora katse ovat liian samanlaisia keskenään, eivätkä siksi ryhmien sisällä syntynyt eroja ärsyketilanteiden välillä. Ärsykkeen, jossa muutos tapahtuu vain silmien alueella, puolesta argumentoi se, että näin saataisiin lisätietoa siitä, onko pelkästään silmien alueella tapahtuva muutos riittävä herättämään motivaatiovasteen. Jos näin ei olisi, voisi vahvemmin argumentoida sen puolesta, että vaikutelmaan vuorovaikutuksesta tarvitaan muutakin kuin silmien alueella tapahtuva muutos. Jatkossa olisikin syytä ottaa tutkimukseen mukaan myös jokin kontrolliärsyke, joka on täysin kasvoista poikkeava. Vaihtoehtoisesti frontaalisen alfa-aktivaation perustason määrittelemistä jollakin toisella keinolla (esim. neutraalin videon katseleminen) voisi harkita.

Myös kehitysviiveisten lasten ja autististen lasten välisiä eroja on syytä tutkia jatkossa tämän tyyllisellä koeasetelmalla. Tässä tutkimuksessa esiin tuli varovasti arvioituna vain viitteellisesti autististen ja kehitysviiveisten lasten samankaltaiset motivationaaliset vasteet eri katsetilanteille. Jatkossa tähän asiaan on syytä perehtyä tarkemmin samankaltaisilla tutkimusasetelmilla, jotta aiheesta saadaan lisätietoa.

Jatkossa olisi syytä hyödyntää myös silmänliikerekisteröintiä. Tässäkin tutkimuksessa kyseistä laitetta käytettiin, mutta sen keräämää aineistoa ei hyödynnetty analyysivaiheessa. Tarkastelemalla tarkemmin silmänliikkeitä saataisiin tarkempaa tietoa siihen, mihin koehenkilöt ovat kokeen aikana katselleet. Etenkin autististen lasten ryhmässä, mutta myös muissa ryhmissä, koehenkilöt ovat saattaneet kohdistaa katseensa johonkin muuhun kasvojen osaan kuin silmiin, ja tästä syystä tutkimuksen oletukset eivät toteutuneet.

Keinoja tutkimustilanteen rauhoittamiseksi on myös syytä pohtia. Osin analysoitavan aineiston katoon vaikutti tutkittavien lasten levottomuus ja liikehdintä. Kyseessä on kuitenkin vaikeasti kontrolloitava neurobiologiaan liittyvä tekijä, johon vaikuttaminen on hankalaa. Yhtenä keinona voisi olla esimerkiksi tutkimustilanteen pilkkominen lyhyempiin jaksoihin. Toisena vaihtoehtona olisi hyödyntää tutkimuksen yhteydessä esitettäviä muita tehtäviä ja ärsykejä siten, että eri tehtävien ärsykejä esitettäisiin vuorotellen. Näin tutkimustilanteeseen tulisi enemmän vaihtelua ja keskittyminen tehtävään pysyisi mahdollisesti yllä paremmin.

Kokonaisuudessaan koeasetelma on erittäin hyvä, sillä siinä on onnistuttu kontrolloimaan koeärsykkeestä kaikki muu paitsi silmien seutu. Jatkossa olisi syytä keskittyä kehittämään tätä asetelmaa kasvattamalla otoskokoa, pidentämällä analysoitavaa aikaikkunaa ja hyödyntämällä silmänliikerekisteröintiä. Näin saataisiin luotettavampaa tietoa siitä, miten autististen lasten motivationaaliset vasteet eroavat tyypillisesti kehittyvistä ja kehitysviiveisistä lapsista katseen havaitsemisen yhteydessä.

Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa tutkittiin ensimmäistä kertaa havaitun katseen aiheuttamia motivaatiovasteita asetelmalla, jossa vertailtiin autistisia, tyypillisesti kehittyviä ja kehitysviiveisiä lapsia. Tutkimustulokset jäivät odotuksista ja olivat aikaisempaan tutkimukseen nähden ristiriidassa. Kuitenkin analyysijä jatkokehittämällä on mahdollista jatkaa tutkimusta samalla koeasetelmalla. Tutkimus myös antoi heikosti tukea alivirittyneisyshypoteesille ja toisaalta myös tietoa autististen

ja kehitysviiveisten lasten samansuuntaisista motivaatiovasteista. Tuloksiin on kuitenkin syytä suhtautua varauksella.

Tutkimusten ristiriitaisuuksien takia tuloksista ei voida tehdä populaatiota koskevia yleistyksiä. Tällaisenaan tutkimus kuitenkin toimii tiennäyttäjänä, jonka pohjalta analyysimenetelmiin huomiota kiinnittämällä on mahdollista kehittää asetelmasta sellainen, että jatkossa on mahdollista kerätä aiheesta lisätietoa. Tutkimuksen ehdottomat vahvuudet ovat koeärsykkeen kontrolloinnissa sekä kahdessa vertailuryhmässä. Lisäksi jos jatkotutkimuksissa saadaan edelleen lisävahvistusta alivirittyneisyshypoteesille, on joskus ehkä mahdollista jopa hyödyntää frontaalista alfa-aktivaatiota autismikirjon diagnostiikassa. Selvää kuitenkin on, että tutkimusta tarvitaan vielä lisää.

LÄHTEET

- Abrahams, B. S., & Geschwind, D. H. (2008). Advances in autism genetics: On the threshold of a new neurobiology. *Nature Reviews Genetics*, 9(5), 341-355. doi:10.1038/nrg2346
- Adams, N. C., & Jarrold, C. (2012). Inhibition in autism: Children with autism have difficulty inhibiting irrelevant distractors but not prepotent responses. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42(6), 1052-1063.
- Adams, R. B., & Kleck, R. E. (2005). Effects of direct and averted gaze on the perception of facially communicated emotion. *Emotion*, 5(1), 3-11. doi:10.1037/1528-3542.5.1.3
- Adolphs, R. (2003). Cognitive neuroscience of human social behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(3), 165-178. doi:10.1038/nrn1056
- Allen, J. J., Coan, J. A., & Nazarian, M. (2004). Issues and assumptions on the road from raw signals to metrics of frontal EEG asymmetry in emotion. *Biological psychology*, 67(1-2), 183-218. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2004.03.007>
- Amaral, D., Dawson, G., & Geschwind, D. (2011). *Autism spectrum disorders*. Oxford: Oxford University Press.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)* American Psychiatric Pub.
- Baranek, G. T. (1999). Autism during infancy: A retrospective video analysis of sensory-motor and social behaviors at 9–12 months of age. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 29(3), 213-224.

- Batki, A., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Connellan, J., & Ahluwalia, J. (2000). Is there an innate gaze module? evidence from human neonates. *Infant Behavior and Development*, 23(2), 223-229. doi:10.1016/S0163-6383(01)00037-6
- Bexkens, A., Ruzzano, L., Collot d'Escury-Koenigs, A., Van der Molen, M W, & Huizenga, H. M. (2014). Inhibition deficits in individuals with intellectual disability: A meta-regression analysis. *Journal of Intellectual Disability Research*, 58(1), 3-16.
- Boraston, Z., Corden, B., Miles, L., Skuse, D., & Blakemore, S. (2008). Brief report: Perception of genuine and posed smiles by individuals with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(3), 574-580. doi:10.1007/s10803-007-0421-1
- Mondloch, C. J., Lewis, T. L., Budreau, D. R., Maurer, D., Dannemiller, J. L., Stephens, B. R., & Kleiner-Gathercoal, K. A. (1999). Face perception during early infancy. *Psychological Science*, 10(5), 419-422.
- Clifford, S., Young, R., & Williamson, P. (2007). Assessing the early characteristics of autistic disorder using video analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(2), 301-313.
- Corden, B., Chilvers, R., & Skuse, D. (2008). Avoidance of emotionally arousing stimuli predicts social-perceptual impairment in asperger's syndrome. *Neuropsychologia*, 46(1), 137-147. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2007.08.005
- Dalton, K. M., Gernsbacher, M. A., Davidson, R. J., Alexander, A. L., Nacewicz, B. M., Johnstone, T., . . . Goldsmith, H. H. (2005). Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. *Nature Neuroscience*, 8(4), 519-526. doi:10.1038/nn1421

- Dapretto, M., Davies, M. S., Pfeifer, J. H., Scott, A. A., Sigman, M., Bookheimer, S. Y., & Iacoboni, M. (2006). Understanding emotions in others: Mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nature Neuroscience*, 9(1), 28.
- Davidson, R. J. (2004). What does the prefrontal cortex "do" in affect: Perspectives on frontal EEG asymmetry research. *Biological Psychology*, 67(1-2), 219.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2004.03.008>
- Davidson, R. J., Jackson, D. C., & Larson, C. L. (2000). Human electroencephalography. (pp. 27-52). New York, NY, US: Cambridge University Press.
- Davidson, R. J., Ekman, P., Saron, C. D., Senulis, J. A., & Friesen, W. V. (1990). Approach-withdrawal and cerebral asymmetry. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58(2), 330-341. doi:10.1037/0022-3514.58.2.330
- Dawson, G., Webb, S. J., & McPartland, J. (2005). Understanding the nature of face processing impairment in autism: Insights from behavioral and electrophysiological studies. *Developmental Neuropsychology*, 27(3), 403-424. doi:10.1207/s15326942dn2703_6
- Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: An open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of Neuroscience Methods*, 134(1), 9-21. doi:10.1016/j.jneumeth.2003.10.009
- Emery, N. J. (2000). The eyes have it: The neuroethology, function and evolution of social gaze. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 24(6), 581-604. doi:10.1016/S0149-7634(00)00025-7
- Farroni, T., Csibra, G., Simion, F., & Johnson, M. H. (2002). Eye contact detection in humans from birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(14), 9602-9605.

- Fonagy, P., & Allison, E. (2012). What is mentalization? The concept and its foundations in developmental research. *Minding the child: Mentalization-based interventions with children, young people and their families*, 11-34.
- Gabard-Durnam, L., Tierney, A. L., Vogel-Farley, V., Tager-Flusberg, H., & Nelson, C. A. (2015). Alpha asymmetry in infants at risk for autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(2), 473-480.
- Harmon-Jones, E. (2003). Clarifying the emotive functions of asymmetrical frontal cortical activity. *Psychophysiology*, 40(6), 838-848. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.00121>
- Harmon-Jones, E. (2004). Contributions from research on anger and cognitive dissonance to understanding the motivational functions of asymmetrical frontal brain activity. *Biological psychology*, 67(1-2), 51-76. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2004.03.003>
- Hietanen, J. K., Leppänen, J. M., Peltola, M. J., Linna-aho, K., & Ruuhiala, H. J. (2008). Seeing direct and averted gaze activates the approach–avoidance motivational brain systems. *Neuropsychologia*, 46(9), 2423-2430. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.02.029>
- Hood, B. M., Willen, J. D., & Driver, J. (1998). Adult's eyes trigger shifts of visual attention in human infants. *Infant Behavior and Development*, 21(2), 466. doi:10.1016/S0163-6383(98)91679-4
- Hood, B. M., Macrae, C. N., Cole-Davies, V., & Dias, M. (2003). Eye remember you: The effects of gaze direction on face recognition in children and adults. *Developmental Science*, 6(1), 67-71.

- Jones, W., Carr, K., & Klin, A. (2008). Absence of preferential looking to the eyes of approaching adults predicts level of social disability in 2-year-old toddlers with autism spectrum disorder. *Archives of General Psychiatry*, 65(8), 946-954. doi:10.1001/archpsyc.65.8.946
- Kaatiala, J., Yrttiaho, S., Forssman, L., Perdue, K., & Leppänen, J. (2013). A graphical user interface for infant ERP analysis. *Behavior Research Methods*, 46(3), 745-757. doi:10.3758/s13428-013-0404-4.
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2(3), 217-250.
- Kleinke, C. L. (1986). Gaze and eye contact. *Psychological Bulletin*, 100(1), 78-100. doi:10.1037/0033-2909.100.1.78
- Klin, A., Shultz, S., & Jones, W. (2015). Social visual engagement in infants and toddlers with autism: Early developmental transitions and a model of pathogenesis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 50, 189-203. doi:10.1016/j.neubiorev.2014.10.006
- Kylliäinen, A., & Hietanen, J. (2006). Skin conductance responses to another person's gaze in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(4), 517-525. doi:10.1007/s10803-006-0091-4
- Kylliäinen, A., Wallace, S., Coutanche, M. N., Leppänen, J. M., Cusack, J., Bailey, A. J., & Hietanen, J. K. (2012). Affective–motivational brain responses to direct gaze in children with autism spectrum disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(7), 790-797. doi:10.1111/j.1469-7610.2011.02522.x
- Lord, C., Rutter, M., DiLavore, P. C., Risi, S., Gotham, K., Bishop, S. L., . . . Gutrie, W. (2015). *Ados-2. Manual (Part I): Modules*, , 1-4.

- Lord, C., Cook, E. H., Leventhal, B. L., & Amaral, D. G. (2000). Autism spectrum disorders. *Neuron*, 28(2), 355-363.
- Maestro, S., Muratori, F., Cavallaro, M., Pecini, C., Cesari, A., Paziente, A., . . . Palacio-Espasa, F. (2005). How young children treat objects and people: An empirical study of the first year of life in autism. *Child Psychiatry and Human Development*, 35(4), 383-396.
doi:10.1007/s10578-005-2695-x
- Marshall, P. J., Bar-Haim, Y., & Fox, N. A. (2002). Development of the EEG from 5 months to 4 years of age. *Clinical Neurophysiology*, 113(8), 1199-1208. doi:10.1016/S1388-2457(02)00163-3
- Mash, E. J., & Wolfe, D. A. (2013). *Abnormal child psychology* (5th ed ed.). Belmont, Calif.: Wadsworth Cengage Learning. <https://tuni.finna.fi/Record/tamcat.847846>
- Moriuchi, J. M., Klin, A., & Jones, W. (2017). Mechanisms of diminished attention to eyes in autism. *American Journal of Psychiatry*, 174(1), 26-35.
<https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2016.15091222>
- Myllyneva, A., & Hietanen, J. K. (2015). There is more to eye contact than meets the eye. *Cognition*, 134, 100-109. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.09.011>
- Nummenmaa, L. (2011). Sinun silmiesi tähden: Katseen havaitsemisen aivomekanismit. *Psykologia* 46 (2011): 1,
- Nummenmaa, L., & Calder, A. J. (2009). Neural mechanisms of social attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(3), 135-143.

- Nummenmaa, L., Hyönä, J., & Hietanen, J. K. (2009). I'll walk this way: Eyes reveal the direction of locomotion and make passersby look and go the other way. *Psychological Science*, 20(12), 1454-1458. doi:10.1111/j.1467-9280.2009.02464.x
- Osterling, J. A., Dawson, G., & Munson, J. A. (2002). Early recognition of 1-year-old infants with autism spectrum disorder versus mental retardation. *Development and Psychopathology*, 14(2), 239-251. doi:10.1017/S0954579402002031
- Osterling, J., & Dawson, G. (1994). Early recognition of children with autism: A study of first birthday home videotapes. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 24(3), 247-257.
- Pelphrey, K., Sasson, N., Reznick, J., Paul, G., Goldman, B., & Piven, J. (2002). Visual scanning of faces in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 32(4), 249-261.
doi:1016374617369
- Perrett, D. I., Hietanen, J. K., Oram, M. W., & Benson, P. J. (1992). Organization and functions of cells responsive to faces in the temporal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 335(1273), 23-30.
- Pfaff, D., Ribeiro, A., Matthews, J., & Kow, L. (2008). Concepts and mechanisms of generalized central nervous system arousal. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129(1), 11-25.
doi:10.1196/annals.1417.019
- Pönkänen, L. M., Peltola, M. J., & Hietanen, J. K. (2011). The observer observed: Frontal EEG asymmetry and autonomic responses differentiate between another person's direct and averted gaze when the face is seen live. *International Journal of Psychophysiology*, 82(2), 180-187.
doi:10.1016/j.ijpsycho.2011.08.006

- Rutherford, M., & Towns, A. (2008). Scan path differences and similarities during emotion perception in those with and without autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(7), 1371-1381. doi:10.1007/s10803-007-0525-7
- Rutter, M., Bayley, A., & Lord, C. (2003). *The Social Communication Questionnaire*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.
- Rutter, M., Le Couteur, A., & Lord, C. (2003). Autism diagnostic interview-revised. *Los Angeles, CA: Western Psychological Services*, 29, 30.
- Saint-Georges, C., Cassel, R. S., Cohen, D., Chetouani, M., Laznik, M., Maestro, S., & Muratori, F. (2010). What studies of family home movies can teach us about autistic infants: A literature review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 4(3), 355-366.
- Senju, A. (2012). Atypical development of spontaneous social cognition in autism spectrum disorders. *Brain & Development*, 35(2), 96-101. doi:10.1016/j.braindev.2012.08.002
- Senju, A., & Johnson, M. H. (2009). Atypical eye contact in autism: Models, mechanisms and development. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33(8), 1204-1214. doi:10.1016/j.neubiorev.2009.06.001
- Spezio, M. L., Huang, P. S., Castelli, F., & Adolphs, R. (2007). Amygdala damage impairs eye contact during conversations with real people. *Journal of Neuroscience*, 27(15), 3994-3997. doi:10.1523/JNEUROSCI.3789-06.2007
- Sterling, L., Dawson, G., Webb, S., Murias, M., Munson, J., Panagiotides, H., & Aylward, E. (2008). The role of face familiarity in eye tracking of faces by individuals with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(9), 1666-1675. doi:10.1007/s10803-008-0550-1

Van Der Geest, J. N., Kemner, C., Verbaten, M. N., & Van Engeland, H. (2002). Gaze behavior of children with pervasive developmental disorder toward human faces: A fixation time study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43(5), 669-678. doi:10.1111/1469-7610.00055

Wechsler, D. (1949). *Wechsler intelligence scale for children*. San Antonio, TX, US: Psychological Corporation.

World Health Organization. (1992). *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: Clinical descriptions and diagnostic guidelines* Geneva: World Health Organization.